COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle planète à l'observatoire de Marseille.* Note de **M. Delaunay.**

» Une nouvelle planète télescopique a été découverte à l'observatoire de Marseille, dans la soirée de mardi dernier 19 avril, par M. Borelly, auquel nous devons déjà la connaissance des deux planètes Égine (91e) et Dike (99e). Cette nouvelle planète est la 110e du groupe situé entre Mars et Jupiter.

» Sa position, le 19 avril 1870, à $10^h 33^m 13^s$, temps moyen de Marseille, était :

$$Æ = 12^h 2^m 39^s,22,$$

$$D = +6^\circ 50',38'',8,$$

Mouvements horaires { en ascension droite........ $-1^s,77$; en déclinaison.......... $+2'',20$

Grandeur...... 12-13

» M. Borelly m'ayant prié de choisir un nom pour la planète qu'il vient de découvrir, je propose de l'appeler *Lydie.* »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation spectrale des protubérances solaires (travaux de M. Respighi)*; *par* **M. Faye.**

« L'Académie connaît déjà les beaux résultats obtenus dans cette voie, dès le mois de juillet dernier, par M. Zœllner, et ceux de M. L. Respighi, du 26 octobre au 16 novembre 1869 (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1179). Depuis cette époque, M. L. Respighi a continué le système d'observation qu'il a si heureusement institué ; je viens de recevoir le Mémoire détaillé qu'il a publié sur sa méthode et ses conclusions. J'ai pensé que l'Académie, qui m'avait chargé l'an dernier de lui faire un Rapport verbal sur le Mémoire de M. Zœllner, me permettra de lui présenter aujourd'hui l'analyse de celui du savant Directeur de l'observatoire du Campidoglio, et d'y joindre mes réflexions personnelles.

» L'instrument dont se sert M. Respighi est tout simplement une petite lunette parallactique de Merz, de $4\frac{1}{3}$ pouces d'ouverture, munie d'un excellent spectroscope à vision directe d'Hoffmann. La petitesse de l'instrument paraît être une condition éminemment favorable, car MM. Zœllner et Respighi ont réussi du premier coup, là où MM. Huggins et Secchi, avec des lunettes beaucoup plus grandes et plus puissantes, n'ont obtenu que des résultats moins satisfaisants. On dispose la fente du spectroscope tangentiellement au bord du Soleil, en commençant par le point nord, et on en parcourt tout le tour en lisant les directions successives de la fente sur le cercle de position de la lunette. Un coup d'œil permettant d'embrasser un peu plus d'une vingtaine de degrés sur le bord, seize installations suffiront pour l'inspection de la circonférence entière. On s'assure de l'existence des protubérances dans chaque région en éloignant peu à peu la fente du bord du Soleil, et en examinant si la raie C ou des parties de cette même raie subsistent au delà de la chromosphère.

» Cela posé, pour étudier une protubérance ainsi reconnue, on élargit la fente de manière à comprendre dans son champ la protubérance tout entière. Dans le cas où celle-ci dépasserait 1′, il faudrait opérer par parties successives.

» On peut, en effet, quand le ciel est pur, et lorsque l'objet n'est pas très-faible, ouvrir ainsi la fente sans que l'image perde sensiblement en netteté. Pour les plus petits accidents de la chromosphère, il y a avantage à restreindre la largeur de la fente, car, avec l'ouverture de 1′, l'œil éprouve quelque peine à supporter l'éclat du champ, et l'observateur se voit ordinairement forcé de recourir à l'emploi d'un verre obscurcissant d'un rouge

convenable. Heureusement l'interposition de l'atmosphère, quand on observe à peu de degrés au-dessus de l'horizon, procure précisément l'extinction des rayons voisins de la raie C (1), en sorte que l'étude des protubérances se fait très-bien avec un Soleil peu élevé : il semble même que ces phénomènes apparaissent alors avec plus de netteté et de lumière.

» Répétons ici que le système d'observation de M. Respighi consiste à dessiner ainsi chaque jour, de proche en proche, tous les accidents de la chromosphère sur le tour entier du Soleil. Une heure de travail suffit pour cela, lorsque l'observateur a acquis une certaine habileté manuelle. On reporte ensuite sur une ligne horizontale le développement du tour entier du Soleil, et l'on y place les dessins partiels des accidents observés d'après une échelle convenable (2). L'ensemble de ces lignes, pour un mois d'observation, par exemple, disposées parallèlement l'une au-dessous de l'autre, avec des divisions verticales afin de permettre de lire les angles de position des protubérances, constitue un tableau qu'on peut embrasser d'un coup d'œil.

» Celui que je mets sous les yeux de l'Académie contient en une seule page toutes les observations faites du 26 octobre au 5 décembre 1869. La circonférence développée y est divisée en seize parties égales comme la boussole; les lignes de division verticales portent les indications nord, nord-nord-est, nord-est, etc. Il est facile de s'assurer, d'après les éléments de la rotation solaire, qu'en novembre le pôle nord du Soleil tombe à peu près sur la division nord-nord-est, et le pôle sud sur la division sud-sud-ouest. La distribution des protubérances n'indique pas moins nettement la position de ces pôles, car le tableau est vide (sauf un seul jour) dans ces deux régions-là, d'un bout à l'autre de la ligne verticale nord-nord-est et de la ligne sud-sud-ouest.

» Ainsi, premier résultat : il n'y a de protubérances que par exception aux pôles de la rotation solaire. L'espace vide est compris entre le nord et le nord-est d'un côté, le sud et le sud-ouest de l'autre. Par conséquent la calotte sphérique, ordinairement exempte de protubérances, a un rayon d'environ $22\frac{1}{2}$ degrés. Par contre la région la plus riche en protubérances

---

(1) Le spectre présente d'autres images de chaque protubérance, principalement une dans le jaune, près de la raie D, et une dans le bleu répondant à la raie F, mais il convient de s'attacher à la première qui est la plus complète et la plus marquée.

(2) La hauteur de chaque protubérance se déduit de la largeur qu'il a fallu donner à la fente du spectroscope pour la voir tout entière.

est comprise actuellement entre le nord et le nord-ouest, c'est-à-dire vers 45 degrés de latitude nord, dans une région où l'on ne voit presque jamais de taches. (En sept ans d'observations suivies, M. Carrington n'en a vu qu'une seule par 45 degrés). Ces simples rapprochements nous montrent que si les protubérances dépendent, comme les taches, de la rotation solaire, elles n'en dépendent pas de la même manière et constituent un phénomène distinct de celui des taches. Elles sont peut-être, d'après M. Respighi, en connexion plus directe avec l'apparition des facules.

» Un autre coup d'œil sur les formes extrêmement variées de ces protubérances montre qu'elles n'ont rien de commun avec des nuages voguant dans une atmosphère et provenant de condensations locales. Ce sont de simples éruptions parties de la chromosphère; souvent elles s'épanouissent en forme de bouquet dans la région supérieure, puis redescendent avec lenteur (1). Ailleurs les colonnes ascendantes se recourbent et retombent comme un panache. Il est également palpable que ces masses légères d'hydrogène incandescent ne sont pas soumises à des courants réguliers d'une atmosphère quelconque tels que nos vents alizés, car les jets verticaux voisins, quand ils s'inclinent et se recourbent, penchent indifféremment d'un côté ou de l'autre, et retombent presque aussitôt. Telles sont aussi les conclusions de M. Respighi.

» L'étude de ces dessins n'éclaire pas seulement la question des protubérances : elle pose aussi des problèmes nouveaux dont la solution ne se fera pas attendre bien longtemps, pour peu que les astronomes s'attachent à poursuivre ce genre d'observation si nouveau et si fécond. Par exemple les éruptions hydrogénées viennent-elles de la masse interne du Soleil en traversant la photosphère, ou bien sont-elles simplement des soulèvements locaux produits dans la chromosphère par la réaction de quelque cause sous-jacente? Dans la première hypothèse, celle qu'adopte M. Respighi, il faudrait expliquer comment ces masses d'hydrogène, incessamment projetées au dehors du Soleil proprement dit, peuvent rentrer continuellement dans son sein; car la chromosphère conserve une épaisseur à peu près constante, depuis les premières observations d'éclipses déjà fort anciennes qui en ont révélé l'existence.

» Il faudrait aussi, dans ce cas, se demander comment des éruptions prove-

---

(1) Les masses isolées du bord doivent provenir d'éruptions qui ont cessé brusquement, ainsi que le montrent les beaux dessins que M. Zœllner a exécutés sur certaines protubérances étudiées d'une manière presque continue pendant des heures entières.

nant de la masse interne, avec une vitesse prodigieuse, n'entraînent pas constamment avec elles quelques traces des matériaux si variés dont cette masse est formée. M. L. Respighi incline à croire que la surface brillante du Soleil est une surface solide parsemée de volcans; il se fonde sur ce que beaucoup de protubérances semblent être des éruptions coniques ou cylindriques, d'abord très-étroites, qui s'épanouissent ensuite comme les colonnes de fumée de nos volcans. Mais, outre que la surface brillante du Soleil ne saurait être solide, il faudrait encore que cette forme particulière à beaucoup de protubérances fût générale, ce qui est loin d'avoir lieu, car beaucoup de ces singuliers objets ont, au contraire, une base bien plus large que leur sommet. Il faudrait de plus, d'après le calcul de M. Respighi lui-même, que ces gaz fussent projetés, à travers les orifices volcaniques, avec l'effroyable vitesse d'au moins 50 lieues par seconde (sept fois plus grande que la vitesse de la Terre dans son orbite). Il se pourrait, au contraire, que les courants verticaux ascendants et descendants qui existent indubitablement dans la masse solaire interne n'atteignissent pas la chromosphère pour y injecter continuellement de nouvelles masses d'hydrogène. Peut-être l'apparition des facules suffirait-elle pour provoquer une réaction locale plus vive de la photosphère sur l'enveloppe hydrogénée, et pour projeter à une grande hauteur de petites portions de cette enveloppe gazeuse si rare et si tourmentée. Alors chaque bouffée d'hydrogène, soulevée et chassée vers le haut, entraînerait avec elle une colonne gazeuse qui semblerait la rattacher momentanément à la chromosphère par une sorte de pilier.

» Je mets en avant à dessein ce terme de réaction de la photosphère sur l'enveloppe hydrogénée qui la surmonte, parce que nous touchons à une notion neuve dont je dois laisser tout le mérite au Directeur de l'observatoire du Campidoglio. Il déclare qu'il serait complétement impossible d'expliquer une foule de faits tels que l'inconcevable vitesse de ces éruptions et la forme même qu'elles revêtent, pour la plupart, quand elles se dilatent dans les hautes régions, ou quand elles s'inclinent brusquement pour se diriger parallèlement à la surface solaire et pour se relever parfois un peu plus loin, etc., sans admettre l'existence d'une action répulsive exercée soit par la masse, soit par la surface du Soleil. Cette action répulsive, M. Respighi l'attribue à l'électricité qui doit se développer, suivant lui, avec énergie au sein de ces mouvements d'une violence extrême.

» Je ne puis m'empêcher de faire ici remarquer à l'Académie que cette force répulsive, dont M. Respighi croit voir des indices certains dans les

formes étranges et les mouvements continuels des protubérances, n'est pas une simple hypothèse. Des phénomènes d'un tout autre ordre, ceux des comètes, sont une preuve indubitable de son existence. Je me suis efforcé autrefois, dans mes recherches sur la figure des comètes, de montrer que cette force répulsive est due, non à l'électricité ou au magnétisme, mais à la simple incandescence de la photosphère. S'il en est réellement ainsi, cette force, jusqu'ici purement astronomique, doit se faire sentir avec énergie sur la rare enveloppe gazeuse qui repose au-dessus de la surface incandescente du Soleil. Nous serait-il donné de saisir maintenant les effets les plus immédiats de cette force? Dans ce cas, la physique solaire nous conduirait donc à aborder, sous une face toute nouvelle, la grande question des forces qui gouvernent l'univers entier. Ce ne serait pas le moment, j'imagine, d'oublier que la méthode qui nous rend accessibles de telles spéculations est due à un de nos compatriotes, et l'Académie me permettra, à cette occasion, d'exprimer le plaisir que j'ai eu d'apprendre de bonne source que M. Janssen sera bientôt mis en état de poursuivre activement les recherches qu'il a inaugurées si brillamment aux Indes. *En quelques mois* il livrera à la science cent fois plus de données précieuses que les astronomes n'auraient pu en recueillir, avant lui, par l'observation ordinaire des éclipses totales d'une vingtaine de siècles (1). »

ASTRONOMIE SPECTRALE. — *Note sur des expériences nouvelles de* M. Wüllner; *par* **M. Faye.**

» M. le professeur Wüllner me charge de présenter à l'Académie trois brochures relatives à ses expériences sur les spectres de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Il espère que l'examen de ces Mémoires montrera combien les critiques de M. Dubrunfaut sont peu fondées. En particulier, il suffit de comparer le dessin du spectre continu de l'hydrogène, qui se trouve dans la brochure in-4°, avec les dessins que MM. Plücker et Morren

---

(1) Je n'entends pas dire par là que les éclipses soient désormais inutiles : loin de là, l'éclipse totale du 22 décembre prochain nous permettra d'examiner de nouveau, en Algérie, les moindres détails du spectre des régions circumsolaires, et d'étudier cette auréole ou cette gloire des éclipses, que plusieurs astronomes attribuent aux résidus cométaires ou aux essaims d'étoiles filantes dont les orbites vont s'enchevêtrer en tous sens à leurs périhélies. *Voir*, pour ce dernier point, mon article des *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 555, *Sur les caractères généraux des phénomènes des étoiles filantes*, et, dans le dernier numéro des *Monthly Notices*, une Note de M. Proctor *Sur la couronne des éclipses et la lumière zodiacale*.

ont donnés du spectre de l'azote, pour s'assurer que le premier n'a aucun rapport avec le second, et ne peut par conséquent avoir été altéré par la présence d'une petite proportion de ce dernier gaz; la différence de ces deux spectres s'accuse surtout dans la région du bleu et du violet, qui revêt, pour l'azote, un aspect si caractéristique.

« Quant à l'idée, dit M. Wüllner, que ces spectres multiples, pour une seule substance (M. Wüllner en signale deux nouveaux pour l'hydrogène, ce qui porte à quatre le nombre des spectres distincts de ce gaz), rendent incertaines les bases de l'analyse spectrale, c'est ce qui ne saurait être admis un seul instant. Le fait que les spectres des diverses substances varient avec la température, est, non pas en désacord, mais en concordance parfaite avec la théorie, et si mes recherches soulèvent quelque doute, c'est seulement celui de savoir si les modifications spectrales que j'ai constatées s'accordent ou non avec l'hypothèse d'un pouvoir émissif constant. A cet égard, mes résultats semblent établir jusqu'ici que cette constance n'existe pas; mais je me réserve d'étudier de plus près cette question, lorsque l'installation du cabinet de physique et du laboratoire de la nouvelle École Polytechnique d'Aix-la-Chapelle sera terminée. »

» J'ajouterai que le nouveau Mémoire relatif aux spectres de ces trois gaz soumis à des pressions croissantes (1), m'a paru, comme les précédents, digne du plus haut intérêt. Déjà les belles expériences de M. Franckland sur la combustion de l'hydrogène à haute pression faisaient pressentir que le spectre de cette substance finirait par devenir continu; mais M. Wüllner, après avoir effectivement obtenu un tel spectre, montre que ce spectre continu diffère radicalement de celui des substances solides par cette circonstance bien remarquable qu'il reste compris entre les limites du spectre discontinu, caractérisé par les trois raies C, G, F, ou H_α, H_β et H_γ. Il en est de même pour les spectres continus de l'azote et de l'oxygène, avec cette différence singulière que, pour l'hydrogène, les raies brillantes se fondent dans le spectre continu, tandis que, pour l'oxygène, elles subsistent, même aux plus hautes températures (du moins dans le vert et le bleu), et se détachent aussi brillamment du fond éclairé qu'elles le faisaient auparavant sur le fond noir du spectre propre aux basses températures. Quant à l'azote, le spectre du premier ordre disparaît bientôt quand on dépasse une pression de $0^m,5$ pour faire place à un fond brillant d'une lumière continue, sur lequel apparaissent les raies brillantes du spectre du deuxième ordre avec une netteté que rien n'altère, jusqu'aux limites de pression que l'auteur n'a pu dépasser ($0^m,78$). Pour l'hydrogène, les expériences ont été poursuivies jusqu'à la pression de trois atmosphères.

---

(1) *Ueber die spectra einiger Gaze bei hohem Drucke.*

» Il est heureux pour l'Astronomie solaire que les circonstances de pression et de température, particulières à la chromosphère, assignent à l'hydrogène de cette couche le spectre si simple et si facile à reconnaître de M. Plücker. Nous voyons aussi pourquoi l'élargissement de ces raies à la base des protubérances est en rapport direct avec la température plus élevée qui règne dans cette région; un autre gaz que l'hydrogène, l'azote du moins, ne fournirait pas d'indication aussi saisissable. Cet élargissement doit du reste se produire pour la raie rouge du côté le plus réfrangible, du moins s'il ne dépend que d'un excès de température et de densité. Ces expériences nous montrent encore que l'hydrogène incandescent présente bien, en certains cas, des raies voisines de la raie D, mais non pas une raie unique comme celle des protubérances. Enfin il est intéressant de voir que la seule présence d'une imperceptible couche de vapeur de sodium (provenant du verre échauffé) autour d'un mince filet d'hydrogène à haute pression suffit à faire apparaître *en noir* cette même raie D sur le spectre *continu* du gaz. C'est là un point important pour l'explication des raies noires du spectre solaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur les procédés d'observation photographique proposés par* M. Paschen *pour le prochain passage de Vénus; par* **M. Faye.**

« M. le conseiller Paschen a bien voulu m'adresser un exemplaire de son travail sur le prochain passage de Vénus (1); je vais tâcher d'en donner une idée nette à l'Académie, persuadé que nos confrères accueilleront avec intérêt une étude si parfaite de la question que j'ai déjà traitée moi-même à un autre point de vue dans la séance du 14 mars dernier.

» M. Paschen établit d'abord les conditions géométriques du choix des stations photographiques. Il montre que, pour tirer le meilleur parti possible de cette méthode, il convient de choisir deux stations telles, que l'arc de grand cercle qui les unit coupe en quelque endroit la ligne terrestre des points pour lesquels Vénus culmine successivement au zénith pendant son passage sur le Soleil. Si ces deux stations sont à 125 ou 140 degrés l'une de l'autre et à égale distance à peu près de la portion du parallèle terrestre qui voit Vénus culminer au zénith, on s'assurera la plus longue durée possible pour les observations photographiques simultanées, en admettant que celles-ci ne puissent être utilement faites qu'entre des hauteurs de 12 à 35 degrés pour les astres observés.

(1) *Astr. Nachr.*, n° 1796.

» Ces conditions sont si élastiques qu'elles permettent de tirer un excellent parti des passages de Vénus les plus défavorables au point de vue des autres méthodes. M. Paschen a indiqué, à titre d'exemple, les trois couples de stations suivantes pour 1874 :

» 1° Les îles Chatam et Mascate;

» 2° Les îles Chatam et Bassora;

» 3° Les îles Samoa et le port de Mahé aux Séchelles.

» Il s'est en outre assuré, par des calculs relatifs au premier groupe, qu'il serait aisé d'obtenir, en deux heures d'observations photographiques correspondantes, une trentaine d'épreuves fournissant trente équations de condition où le coefficient de l'excès de la parallaxe de Vénus sur celle du Soleil serait constamment de 1,8. Il serait impossible de trouver des stations aussi favorables pour les observations astronomiques (au moyen de l'héliomètre) que les astronomes allemands se proposent d'instituer en 1874.

» Le système photographique de M. Paschen consisterait à prendre les empreintes, non pas au foyer de l'objectif, comme je l'ai conseillé moi-même, mais au moyen d'une seconde lentille à court foyer, afin de photographier à la fois les astres et le réticule de la lunette (1). Il faut, dans ce cas, une monture parallactique. Quant au degré de précision, M. le conseiller Paschen a constaté que la distance de deux traits peut être obtenue, *par une seule opération de pointé* à 0,00043 de ligne près, au moyen de la machine à diviser de Repsold : en admettant que les photographies solaires n'aient que 4 pouces de diamètre, et que le pointé sur les bords de ces images soit vingt fois moins précis que sur des divisions d'une grande netteté, l'erreur moyenne, portée à 0,0086 de ligne, resterait encore au-dessous de l'erreur à craindre sur une double mesure obtenue avec le célèbre héliomètre de Kœnigsberg.

» Voici la conclusion dernière de ces recherches que M. Paschen se propose de pousser encore plus loin : l'observation photographique constitue, en définitive, l'un des meilleurs moyens connus de déterminer la parallaxe solaire. Je suis heureux, pour ma part, d'avoir été le premier à signaler (en 1852) cette belle application de la photographie à l'attention des astronomes. Le Mémoire si bien étudié de M. Paschen ne laisse subsister désormais aucun doute à cet égard, et si les astronomes se décident à appli-

---

(1) C'est aussi ce que nous avons fait, il y a douze ans, M. Porro et moi, pour observer photographiquement le Soleil à la lunette méridienne, procédé que je ne désespère pas de voir appliquer un jour dans les plus grands observatoires.

quer encore, en 1874, la méthode de Halley, ce sera seulement, je crois, par un sentiment de respectueuse déférence pour leurs devanciers, mais non dans l'espoir d'obtenir un résultat comparable à celui des méthodes photographiques. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Poussée des terres. Comparaison de ses évaluations au moyen de la considération rationnelle de l'équilibre-limite, et au moyen de l'emploi du principe dit* de moindre résistance, *de Moseley*; *par* **M. de Saint-Venant.**

« Dans un Mémoire approuvé par l'Académie (*), M. Levy a établi une théorie rationnelle de la poussée des terres contre un mur de soutènement, en se fondant sur les relations démontrées par Cauchy entre les pressions en divers sens dans tout corps, et sur la considération des glissements et des frottements intérieurs qui auraient lieu si le mur éprouvait ce commencement de renversement qu'il s'agit de prévenir. Comme l'équation différentielle, à laquelle il est ainsi conduit, ne s'intègre que lorsque la surface supérieure du massif est plane, et que son angle d'inclinaison ω sur l'horizon est dans une relation déterminée avec celui ε_1 de la face du mur sur la verticale, il donne des solutions exactes pour ce cas très-étendu, et approchées pour les autres.

» M. Rankine, dans un Mémoire de 1856 (*On Stability of loose Earth*, aux *Trans. Phil.*, 1857), dont M. Levy n'avait point connaissance, non plus que des passages de l'*A Manual of applied Mechanics* (London, 1861) qui traitent du même sujet, était arrivé a une partie des mêmes formules, mais en se basant sur le *principe de moindre résistance*, donné comme théorème nouveau de statique par Moseley, en octobre 1833, au *Philosophical Magazine*, et reproduit en 1843 dans ses *Principles of Enginery and Architecture*. Ce principe, tel qu'il l'a énoncé, consisterait en ce que « lorsqu'un » groupe de forces est en équilibre et qu'il s'y trouve un certain nombre » de réactions ou de *résistances*, chacune de ces dernières est un minimum » eu égard aux conditions dans lesquelles se trouve le système entier. » Moseley n'en donne qu'une raison confuse : mais M. Rankine, et ensuite M. Scheffler (**), ont dégagé la pensée de l'illustre Correspondant de l'Insti-

---

(*) *Compte rendu* du 7 février, t. LXX, p. 217. *Voir* aussi p. 229; et 14 février, p. 281, et aussi 4 avril, p. 717.

(**) *Traité de la stabilité des constructions*, Brunswick, 1857, traduit par M. Fournié, 1864.

tut. Le premier remarque que les réactions ou forces *passives* sont développées, pendant un temps très-petit mais fini, comme *effets* des forces *actives* en jeu, telles que la pesanteur; qu'elles s'accroissent ainsi successivement lorsque celles-ci entrent en action et que lorsqu'elles sont arrivées à les contre-balancer, elles n'ont plus de raison d'augmenter en grandeur; d'où il suit que, dans les cas nombreux où les six équations d'équilibre de la statique ne déterminent pas toutes les réactions, il y a lieu de prendre, parmi tous leurs groupes possibles, celui où elles ont le moins d'intensité. Au reste, le savant Ingénieur-professeur pense aujourd'hui que, plus généralement (et ce qui donne la même chose dans les cas simples), c'est le *travail* total de ces réactions ou résistances, pour une rupture infiniment petite de l'équilibre, qui doit être un minimum. M. Scheffler développe davantage cette sorte de considération, et modifie d'une autre manière la conclusion pour la rendre plus générale : ce sont, suivant lui, les composantes des réactions, perpendiculairement à la résultante générale des forces actives, c'est-à-dire leurs *composantes horizontales*, puisque celles-ci ne sont ordinairement que les poids des parties, qui doivent être les moindres possible. Et comme il observe que le principe n'a de puissance que pour diminuer l'indétermination laissée par l'ignorance où l'on est encore de la distribution des actions moléculaires, ou pour resserrer les limites dans lesquelles on peut faire varier les réactions inconnues, il l'énonce ainsi : « Parmi les groupes possibles de réactions dont les composantes horizontales sont parallèles à des lignes données, celui-là seul peut se réaliser pour lequel ces composantes deviennent simultanément minimum. »

» Une note du § 2, ch. I[er], du livre de M. Scheffler, en énonçant où réside *le nœud* de la démonstration, montre qu'il suppose que quelques-uns des appuis sont sur le point de céder, et, aussi, qu'il considère, comme M. Rankine, les actions entre molécules comme s'étant développées successivement quoique sans vitesse sensible; en sorte que le système ne pourrait, dit-il, arriver à de fortes réactions sans passer par de plus petites, auxquelles il doit se tenir si elles suffisent à l'équilibre. L'exemple le plus simple qu'il donne (§ 6) de l'application du principe montre bien encore que c'est un *équilibre-limite* que ce principe détermine : car il y est question de l'équilibre d'un coin pesant, soutenu par deux plans inclinés en contact avec ses faces; et la condition du minimum des réactions des deux plans, ou (ce qui donne la même chose) du minimum de leurs composantes horizontales, conduit à ce que leurs directions fassent, avec les normales aux plans, les angles les plus grands qu'il est possible de leur donner sans

que l'équilibre cesse d'avoir lieu, c'est-à-dire des angles égaux à ceux des frottements contre ces plans, comme si l'un des deux plans, au lieu d'être fixe, avait cédé infiniment peu à la pression du coin, et déterminé ainsi des frottements sur tous les deux.

» M. Rankine, en appliquant donc ce principe de Moseley à des terres sans cohésion, formant un *massif indéfini* terminé seulement en haut par un plan ou horizontal ou incliné, donne comme condition de son équilibre que, partout, il y ait deux faces intérieures sur lesquelles la pression fasse, avec leurs normales, un angle égal à celui φ du frottement de terre contre terre. C'est ce qu'on peut voir être une conséquence de ce principe, sans recourir aux remarquables écrits de M. Rankine, en se servant des formules (9), (10) et (11) de ma Note du 7 février (aux *Comptes rendus*, t. LXX, p. 233) (*).

» Mais je ne puis penser que cela soit généralement nécessaire à l'équilibre du massif indéfini, ni que les pressions intérieures s'y règlent toujours de cette manière. Si le plan supérieur est ou horizontal ou incliné sur l'horizon d'un angle moindre que φ, ce massif n'est nullement sur le point d'éprouver des glissements ou de s'ébouler; il peut même, sans que semblable chose arrive, recevoir une charge de nouvelles terres, offrant en haut une inclinaison plus forte, pourvu qu'elle n'excède toujours pas φ. On ne doit supposer de pareilles pressions intérieures que si le massif à surface peu inclinée, au lieu d'être indéfini, se trouve soutenu par un mur n'ayant que le juste poids nécessaire pour ne pas être renversé, car ces pressions

(*) En effet ce qui y est appelé σ^2 peut, en écrivant Φ au lieu de φ, être mis sous la forme

$$\sigma^2 = \frac{1 - \sqrt{1 - \dfrac{\cos^2\Phi}{\cos^2\omega}}}{1 + \sqrt{1 - \dfrac{\cos^2\Phi}{\cos^2\omega}}},$$

ω étant l'angle du talus supérieur avec l'horizon, et Φ n'étant encore que l'angle de la plus grande inclinaison, quelle qu'elle soit, de la pression intérieure sur la normale à la face où elle s'exerce. Il est facile de voir, en partant de ces formules supposées représenter les valeurs des composantes de pressions, que, sur une face intérieure quelconque, la pression résultante, qui peut être considérée comme *une réaction*, est à son minimum quand σ^2 y est lui-même : or σ^2 est à son minimum quand on donne à $\cos\Phi$ sa plus petite valeur, ou à Φ sa valeur maximum qui est l'angle φ de terre coulante ou de frottement de terre contre terre. L'application du principe de Moseley à un massif, *même sans mur*, donnerait donc constamment, pour les pressions intérieures, les expressions (9) et (10), qui, dans le fait, sont vraies seulement dans le cas que spécifie la suite du la Note de février.

sont celles dont un renversement infiniment petit déterminerait le développement.

» Même les formules citées ne donnent, comme le dit très-bien M. Levy, exactement les composantes de pressions intérieures, que si la face postérieure du mur est justement parallèle à l'une de ces deux faces de pression la plus oblique, ce qui revient à ce que l'angle ε_1 de l'inclinaison qu'elle a sur la verticale soit, avec l'angle ω d'inclinaison du talus supérieur sur l'horizon, dans la relation [équation (13) de la Note du 7 février] qui est spécifiée à son Mémoire, et qu'on trouve aussi, dans un autre objet, à celui de M. Rankine. Pour tout autre cas, les formules ne donnent qu'une approximation.

» La différence principale entre la théorie de M. Levy et celle qui se fonde sur le principe de Moseley est, ainsi, que celle-ci tend à donner comme exactes des formules de poussée que l'autre présente, avec raison, comme étant, dans le cas général, simplement approchées, et devenant exactes pour une certaine relation seulement entre les inclinaisons du talus des terres et de la face postérieure du mur, mais ne faisant jamais erreur, comme on a dit, que dans un sens favorable à la sûreté du parti à prendre.

» Comme une pareille distinction m'a paru essentielle, j'ai cru devoir donner ce complément à mes précédentes Notes sur le même sujet (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés platiniques des bases phosphorées ; par* **MM. A. Cahours** *et* **H. Gal.**

« On rencontre dans le règne animal une substance de nature basique, cristallisable, et susceptible de former des combinaisons nettement cristallisées, qui, concentrée dans certaines parties de l'organisme, ne s'y trouve jamais qu'en proportions très-minimes. Signalée pour la première fois par Strecker dans la bile, et retrouvée plus tard par lui dans le jaune d'œuf, elle reçut le nom de *choline*. Retirée postérieurement du cerveau par M. Liebreich, elle fut désignée sons le nom de *névrine*.

» Ce composé, dont on a pareillement constaté l'existence dans le sang, dans le lait, dans le foie, paraît également exister dans le règne végétal, du moins MM. de Babo et Hirsbrunn ont retiré de la graine de moutarde

---

(1) J'ajoute que M. Levy a présenté, comme on a pu voir, avec diverses considérations neuves, des expressions de la poussée s'appliquant à des murs ayant des inclinaisons quelconques, tandis qu'il n'en avait été donné que pour un mur à face postérieure verticale.

une substance à laquelle ils donnèrent le nom de *sinkaline*, dont la composition et les propriétés présentent l'identité la plus complète avec celle de la choline.

» Reproduit artificiellement par M. Wurtz au moyen de l'action réciproque de la triméthyliaque et de la chlorhydrine du glycol, ce produit intéressant serait une base ammoniée résultant de l'accouplement de la triméthyliaque avec l'oxyméthyle.

» Un composé phosphoré présentant l'analogie la plus complète avec la choline avait été, plusieurs années auparavant, obtenu par M. Hofmann par l'action réciproque de la triméthylphosphine et du produit alcalin résultant du traitement du bromure de triéthylphosphonium brométhylique par l'oxyde d'argent.

» M. Liebreich ayant récemment obtenu par l'action de certains agents oxydants sur la névrine une base suroxygénée qu'il a reproduite artificiellement en faisant agir la triméthyliaque sur l'acide monochloracétique, nous avons institué des expériences en vue de reproduire dans la série des phosphines des combinaisons analogues à celles qui ont été signalées dans la série des bases ammoniées.

» Nous avons donc fait agir dans des tubes scellés, à la température du bain-marie, des mélanges de triéthylphosphine et d'acide monochloracétique, de triéthylphosphine et d'éther monochloracétique. Une action assez vive se produit dans les deux cas et bientôt ces mélanges se prennent en une masse très-nettement cristallisée. L'excès d'acide ou d'éther monochloracétique, qu'à dessein nous avions employé en proportions plus considérables qu'il n'était nécessaire, ayant été éliminé, nous avons traité le produit de la réaction par une solution aqueuse de bichlorure de platine.

» Le produit de l'action de l'éther monochloracétique donne de fort belles écailles jaune-orangé peu solubles dans l'eau, presque insolubles dans l'alcool et l'éther. Ce produit, qu'on peut facilement obtenir à l'état de pureté, peut-être considéré comme résultant de l'accouplement de la triéthylphosphosphine avec l'éther monochloracétique.

» L'acide monochloracétique libre fournit dans les mêmes circonstances de fines aiguilles jaune-orangé, mais, dans ce cas, surtout lorsqu'on fait bouillir la liqueur pendant quelques minutes, et que cette dernière renferme un léger excès de triéthylphosphine, on voit se former une petite quantité d'un produit jaune très-stable renfermant du platine. Ayant obtenu ce composé d'une manière constante dans plusieurs préparations, nous eûmes

la pensée qu'il pourrait bien provenir de l'action réciproque de la triéthylphosphine et du bichlorure de platine.

» Dans le but de vérifier cette supposition, nous introduisîmes dans une capsule renfermant une solution aqueuse de bichlorure de platine, un léger excès de triéthylphosphine et nous portâmes la liqueur à l'ébullition. Le précipité rougeâtre qui s'était formé tout d'abord disparut bientôt, et par la concentration de la liqueur il se sépara des cristaux d'un jaune clair. Ces derniers que l'alcool bouillant dissout en assez forte proportion, et qui sont à peine solubles dans ce liquide à la température ordinaire, se séparent, par le refroidissement, d'une liqueur saturée à la température de l'ébullition sous la forme de beaux prismes jaunes de soufre et très-friables. Ce produit se dissout assez bien dans l'éther et s'en dépose par une évaporation très-lente sous la forme de prismes volumineux durs, d'une belle couleur de succin et d'une transparence parfaite. Il résulte de l'examen de cette substance que nous devons à l'obligeance de M. Des Cloizeaux, que les cristaux peuvent être rapportés à un prisme rhomboïdal oblique de 92° 30′, dans lequel la base fait avec les faces latérales un angle de 112° 30′. Ce produit paraît avoir une tendance à l'hémiédrie que M. Des Cloizeaux se propose de vérifier attentivement.

» Indépendamment des cristaux précédents, il se forme toujours, quelquefois en très-faibles proportions, dans d'autres circonstances en quantités assez considérables, une substance blanche qu'on peut facilement séparer du produit précédent au moyen de l'éther, dans lequel elle est insoluble, tandis que les cristaux jaunes s'y dissolvent facilement.

» Une fois maîtres d'un procédé de préparation et de purification de la substance jaune, il ne nous restait plus qu'à en faire l'analyse, afin de nous éclairer sur sa constitution et de pouvoir nous expliquer sa production par l'action réciproque des substances mises en présence.

» Le produit jaune qui résulte, ainsi que nous venons de le voir, de l'action réciproque de la triéthylphosphine pure et du bichlorure de platine présente une composition simple qu'on peut exprimer par la formule

$$Ph(C^4H^5)^3PtCl.$$

» Sa génération, au moyen de substances réagissantes, s'explique de la manière la plus nette. En effet, on a

$$3[Ph(C^4H^5)^3] + 2PtCl^2 = Ph(C^4H^5)^3Cl^2 + 2[Ph(C^4H^5)^3PtCl.]$$

» Les analyses de ce composé, dont nous allons donner le détail, justi-

fient pleinement, ainsi qu'on va le voir, la formule que nous avons adoptée.

I. $0^{gr},518$ de matière ont donné $0^{gr},277$ d'eau et $0^{gr},535$ d'acide carbonique.

II. $0^{gr},220$ du même produit ont donné $0^{gr},122$ de chlorure d'argent, soit 0,0302 de chlore.

III. $0^{gr},470$ du même produit ont donné $0^{gr},181$ de platine métallique.

IV. $0^{gr},459$ d'un second échantillon ont donné $0^{gr},250$ d'eau et $0^{gr},474$ d'acide carbonique.

V. $0^{gr},398$ du même produit ont donné $0,^{gr}150$ de platine métallique.

VI. $0^{gr},495$ du même composé nous ont donné $0^{gr},281$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},0695$ de chlore.

VII. $0^{gr},436$ de matière ont donné $0^{gr},169$ de platine métallique.

VIII. $0^{gr},283$ de matière ont donné $0^{gr},149$ d'eau et $0^{gr},295$ d'acide carbonique

» Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone.....	28,15	»	»	28,05	»	»	»	28,43
Hydrogène...	5,92	»	»	6,12	»	»	»	5,86
Phosphore...	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore......	»	13,74	»	»	»	14,05	»	»
Platine......	»	»	38,51	»	37,69	»	38,75	»

et s'accordent avec la formule précédente.

» En effet, on a

C^{12}..............	72,0	28,63
H^{15}..............	15,0	5,96
Ph..............	31,0	12,33
Cl..............	35,5	14,11
Pt..............	98,0	38,97
	251,5	100,00

» La petite différence qu'on observe en moins relativement au platine, dans l'analyse n° V, tient à ce que, malgré que nous ayons eu la précaution de calciner le sel après l'avoir additionné de carbonate de soude, il y a eu encore une petite perte de platine due à la volatilisation d'une trace d'une combinaison phosphorée de ce métal dont il est très-difficile d'empêcher entièrement la formation.

» En faisant agir une dissolution du composé précédent dans l'alcool absolu sur une dissolution alcoolique de bromure et d'iodure de potassium, de sulfhydrate et d'acétate de potasse, on voit se déposer graduellement du chlorure de potassium, tandis que, par l'évaporation de la dissolution alcoolique surnageante, on obtient des composés très-nettement cristal-

lisés, dans lesquels le chlore du sel jaune se trouve remplacé par du brome, de l'iode, etc.

» Le bromure forme des prismes très-brillants d'un jaune vif. L'iodure se sépare sous la forme de prismes orangé clair. Le sulfhydrate donne de longues aiguilles transparentes d'un jaune de succin, tandis que le sulfure se présente sous la forme d'une masse poisseuse.

» Quant à l'acétate, il forme de beaux prismes transparents, assez volumineux, qui sont complétement incolores.

» La constitution du corps jaune étant ainsi fixée, nous avons recherché quelle pouvait être celle du corps blanc.

» Le corps jaune, insoluble dans l'eau pure, s'y dissout immédiatement lorsqu'on y ajoute de la triéthylphosphine. Si la proportion d'eau employée est faible et qu'on évapore rapidement la solution, il se sépare des cristaux aiguillés qui, même après la dessiccation, présentent une certaine mollesse. Reprise par l'eau froide aussitôt après sa préparation, cette substance s'y dissout entièrement. Abandonnée pendant quelque temps à elle-même, elle ne s'y dissout plus que partiellement, laissant un abondant résidu blanc cristallin. Il en est de même lorsqu'on maintient la dissolution précédente en ébullition pendant quelque temps. On voit encore ici se séparer une substance blanche cristalline identique à la précédente, soluble comme elle dans l'alcool bouillant et s'en séparant par le refroidissement sous la forme de petits prismes. Ce composé, qui ne diffère en rien de celui dont nous avons signalé la formation dans l'action réciproque de la triéthylphosphine et du bichlorure de platine, possède la même composition que le corps jaune, ainsi que l'établissent les analyses suivantes :

I. $0^{gr},408$ d'un premier produit ont donné, par la combustion avec l'oxyde de cuivre, $0^{gr},222$ d'eau et $0^{gr},424$ d'acide carbonique.

II. $0^{gr},419$ du même produit ont donné $0^{gr},162$ de platine métallique.

III. $0^{gr},345$ du même échantillon ont donné $0^{gr},194$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},048$ de chlore.

IV. $0^{gr},331$ d'un second échantillon ont fourni par la combustion $0^{gr},177$ d'eau et $0^{gr},341$ d'acide carbonique.

V. $0^{gr},436$ d'un troisième échantillon ont donné par la combustion $0^{gr},237$ d'eau et $0^{gr},453$ d'acide carbonique.

VI. $0^{gr},414$ du même produit ont donné $0^{gr},157$ de platine métallique.

VII. $0^{gr},464$ d'un quatrième échantillon ont donné par la combustion $0^{gr},250$ d'eau et $0^{gr},484$ d'acide carbonique.

VIII. $0^{gr},299$ du même produit ont donné $0^{gr},170$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},042$ de chlore.

résultats qui, traduits en centièmes, conduisent aux nombres :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone.......	28,39	»	»	28,34	28,33	»	28,45	»
Hydrogène.....	6,04	»	»	5,92	6,03	»	5,98	»
Phosphore.....	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore........	»	»	13,91	»	»	»	»	14,08
Platine.......	»	38,66	»	»	»	37,93	»	»

qui s'accordent avec la formule

$$Ph(C^4H^5)^3 Pt Cl,$$

qui n'est autre que celle du corps jaune.

» Nous avons vu cette substance prendre naissance dans une circonstance qui éclaire singulièrement sa formation. Ayant dissous le corps jaune dans de l'éther anhydre et ayant ajouté de la triéthylphosphine goutte à goutte, afin de déterminer la formation de la combinaison soluble, nous avons vu se séparer un précipité cristallin d'un beau blanc. Ce dernier, que ni l'éther ni l'eau ne dissolvent, se dissout facilement dans l'alcool bouillant et s'en sépare par un refroidissement lent sous la forme de prismes identiques aux précédents et par la composition et par les propriétés.

» Ainsi le composé blanc n'est qu'une modification isomérique du corps jaune, déterminée par le contact de la triéthylphosphine avec ce dernier. C'est ce qui explique comment, suivant qu'on emploie plus ou moins de triéthylphosphine dans la préparation du corps jaune, on n'obtient tantôt presque exclusivement que ce dernier, et tantôt des mélanges dans lesquels le corps blanc peut prédominer.

» Nous avons en outre démontré synthétiquement que le corps jaune résulte de l'accouplement de la triéthylphosphine et du protochlorure de platine par l'union directe de ces deux corps, ce qui exige toutefois certaines précautions.

» Le corps jaune et le corps blanc absorbent chacun une molécule de brome. Le composé bromé formé par le premier de ces produits se présente sous la forme de petits cristaux d'un rouge orangé très-riche que l'alcool dissout à peine, même à la température de l'ébullition.

» L'iode se comporte, à l'égard de ces corps, de la même manière que le brome et donne des produits qui cristallisent en longues aiguilles jaunes d'aspect soyeux.

» Enfin lorsqu'on chauffe le corps jaune dans des tubes scellés à la

lampe avec des solutions alcooliques d'ammoniaque normale et de diverses ammoniaques composées, on obtient de beaux produits cristallisés que nous nous proposons d'étudier.

» La composition fort simple des produits précédents est telle qu'on peut les considérer comme les analogues du sel vert de Magnus,

$$AzH^3, PtCl$$

dans lequel la triéthylphosphine remplacerait l'ammoniaque. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats de quelques observations spectrales du Soleil.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le Soleil est, depuis quelque temps, dans une période d'activité extraordinaire : le nombre des taches et des facules est très-considérable, et, si la saison n'était pas si contraire, on aurait des occasions très-favorables pour des études intéressantes de l'atmosphère solaire. Je vais exposer quelques recherches faites dans le peu de beaux jours que nous ayons eus depuis bien longtemps.

» On connaît maintenant deux manières de faire l'observation des protubérances solaires; chacune d'elles a ses avantages. L'une consiste à employer une image solaire agrandie et une fente étroite; l'autre, une image petite et une fente élargie. La seconde méthode fait connaître la forme des protubérances, pendant que l'autre est plus propre à faire l'analyse des raies différentes.

» L'image solaire directe, dans notre équatorial, a environ 40 millimètres de diamètre, et, la fente pouvant s'ouvrir jusqu'à un millimètre, on peut voir directement la forme des proéminences qui n'excèdent pas 40 à 50 secondes de hauteur. Les plus grandes doivent être étudiées par sections; mais, par leur largeur, elles donnent une facilité considérable pour en reconnaître la forme, ce que ne permettent pas les lignes plus étroites de l'autre méthode. Cependant, avec la fente élargie, on ne réussit pas facilement à voir l'épaisseur de la chromosphère lorsque la fente est perpendiculaire au bord, excepté dans les points où elle est très-élevée, pendant que l'on peut la voir et la mesurer très-bien avec l'image agrandie.

» Avec la fente élargie à 40 secondes, et placée parallèlement au bord, on voit la couche chromosphérique comme un filet rouge très-brillant ; sur ce filet, se relèvent de petites proéminences, qui ressemblent, par leurs formes, aux flammes qu'on voit le soir dans nos campagnes lorsqu'on brûle

les chaumes après les moissons. Les protubérances se distinguent par une lumière plus vive et ordinairement bien plus élevée.

» Le 4 de ce mois a été assez remarquable par l'entrée sur le bord du disque d'une grande tache, qui était couronnée par une protubérance très-vive, et surmontée par un nuage très-brillant, qui ne paraissait offrir aucune connexion avec le bord. Ce nuage était très-brillant, et composé de trois corps juxtaposés et allongés. Il persista, avec de petits changements de forme, depuis 9 heures du matin jusqu'à 3 heures du soir, heure à laquelle j'en fis la dernière observation, et le jour suivant on en voyait encore trace, malgré que la rotation l'eût transporté vers l'observateur.

» Le 4, il était éloigné du bord, de plus d'une minute encore, ce qui en rendait l'observation très-frappante, surtout avec l'image agrandie. Son sommet était à plus de 2 minutes du bord solaire : le jour suivant 5, il en était éloigné seulement de quelques secondes, mais évidemment cette diminution de distance était due à la projection.

» Le nuage était accompagné au-dessous d'une chromosphère très-vive ; les raies de l'hydrogène pénétraient dans le disque solaire, et apparaissaient très-vives sur les facules qui divisaient ses noyaux.

» La vive lumière de cette protubérance était comme étincelante et présentait le phénomène remarqué jadis par M. Lockyer et vérifié souvent par moi, que la raie C paraissait double. Elle était, de temps en temps, accompagnée d'une raie plus fine et plus réfrangible, éloignée d'une quantité égale à sa propre largeur. Quelquefois je l'ai vue triple. Ce résultat me fit soupçonner que le doublement lui-même pouvait être une illusion, due au mouvement oscillatoire produit par l'air atmosphérique terrestre. Ayant alors enlevé l'appareil grossissant et regardé l'image directe de la lunette, je vis la ligne même de la chromosphère se doubler et se tripler, de sorte qu'il ne pouvait plus rester de doute sur l'origine du phénomène.

» Mais, pour m'en assurer davantage, je fis éclater devant la fente du spectroscope, à la plus petite distance possible, une étincelle d'induction entre deux fils de magnésium, disposés de manière que l'étincelle fût instable et changeât de place, ce qu'il est facile d'obtenir. Je constatai alors que les raies du magnésium se déplaçaient sensiblement par rapport à un repère fixé dans le champ de la lunette, toutes les fois que l'étincelle se déplacait brusquement. Si ce mouvement était rapide, ces raies se doublaient, comme la raie C des protubérances solaires.

» C'est à ces mouvements de l'air qu'on doit aussi attribuer les vibrations rapides des petites flammes de la chromosphère, qui, quelquefois, parais-

sent s'élancer du côté intérieur du disque, ce qui serait peut-être impossible.

» Mais le nuage et la protubérance en question nous présentèrent encore un phénomène plus intéressant, qui s'est produit maintes fois et n'est pas encore expliqué d'une manière satisfaisante. En la regardant avec l'image agrandie, on vit toute la ligne brillante rouge se projeter, non pas sur la raie noire de l'atmosphère extérieure au bord solaire, mais tout entière sur le côté lumineux plus réfrangible, laissant une ligne noire du côté du rouge extrême. C'était comme si la raie C eût eu une réfrangibilité plus grande que la raie noire qu'on voyait dans le champ extérieur au bord solaire.

» Nous étions donc en face d'un de ces mystérieux changements de réfrangibilité qu'on a expliqués par le transport et par la force de projection de la matière solaire lancée avec une vitesse énorme.

» Mais, en réfléchissant bien cette fois, je conçus des doutes sur cette explication. En effet, pour produire le déplacement observé, qui était d'au moins $\frac{1}{10}$ de la distance entre D′ et D″ du sodium, ce nuage aurait dû parcourir au moins 300 kilomètres par seconde; or, comme on ne voyait là aucun jet qui alimentât cette masse, comment imaginer une telle vitesse de projection? Et, de plus, comment concilier cette hypothèse avec la position relativement à la tache, qui était restée la même au moins pendant six heures? Pour admettre tout cela, il fallait admettre une foule de circonstances très-improbables, sinon impossibles, ce qui exigeait au moins une extrême réserve.

» Un peu de réflexion m'a montré qu'il n'y avait là autre chose qu'une conséquence nécessaire de la rotation du Soleil. En effet, cet astre, près de l'équateur, parcourt en un jour un angle de 864 minutes, c'est-à-dire 36 minutes par heure, ou 36 secondes dans une minute de temps, ce qui fait un arc de 0″,6 dans une seconde de temps. Or une seconde d'arc sous-tend sur le Soleil 716 kilomètres, de sorte que l'espace parcouru par un point équatorial dans une seconde de temps est 429 kilomètres.

» Or, il ne faut pas une vitesse plus grande pour changer la réfrangibilité des raies spectrales, d'une quantité très-sensible aux instruments modernes. Le nuage en question n'était pas proprement à l'équateur, mais, comme il était très-élevé, il y avait bien compensation. Sa position étant au bord solaire qui se mouvait vers l'observateur, la cause agissait avec toute son influence, pour raccourcir les ondes lumineuses et pour augmenter la réfrangibilité.

» Si cette explication était juste, il fallait trouver que les raies se dépla-

çaient en sens opposé du côté du bord solaire qui s'éloigne. C'est ce que j'ai cherché à vérifier, et, quoique la chose soit très-délicate, j'y ai réussi. Le 5, en observant avec une fente assez élargie le bord solaire (la fente étant parallèle au bord), on voyait la ligne brillante de la chromosphère qui paraissait comme un filet garni de franges : cette ligne brillante se portait du côté du jaune, en laissant un filet noir du côté du rouge, lorsqu'on visait au bord équatorial entrant; elle se portait du côté du rouge, en laissant un filet noir du côté du jaune, lorsqu'on regardait le bord sortant, c'est-à-dire celui qui s'éloigne de l'observateur.

» Pour bien comprendre le mécanisme de ce déplacement, il faut se rappeler que, lorsqu'on regarde avec la fente élargie, la raie C au dehors du Soleil ne disparaît pas du tout, mais paraît comme une bande assez élargie, et dont la lumière principale est due à l'illumination de notre propre atmosphère, qui a naturellement un spectre avec les raies à leur place ordinaire. La couche chromosphérique, qui est moins large que la fente (10 secondes environ), se projette sur cette bande noire, comme une ligne brillante, mais elle se trouve placée à droite ou à gauche selon le déplacement dû à son mouvement de translation, qui change un peu la réfrangibilité des rayons. Au pôle, elle paraît sensiblement au milieu.

» Il faut ajouter cependant que le fait n'est pas facile à observer, et que les franges dont la chromosphère est garnie cachent souvent le filet noir très-mince, lorsqu'il se projette du côté de leurs expansions. Il faut encore que le spectroscope soit puissant. J'ai employé trois prismes très-dispersifs.

» Au fond, le fait est connu et constaté par plusieurs observateurs en différentes circonstances, et il me semble que l'explication donnée est conforme aux théories reçues.

» Enfin c'est peut-être encore aux mouvements apparents qu'il faut attribuer les lignes courbes qu'on a observées dans les raies des protubérances, car ce phénomène s'est présenté encore à moi dans l'étincelle électrique; mais, sur ce point, je suspendrai pour le moment mon opinion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'utilisation des produits secondaires obtenus dans la fabrication du chloral pour la préparation des éthylamines en grand; par* **M. A.-W. Hofmann.**

« Depuis que j'ai réussi (1) à préparer les ammoniaques éthylées au moyen des iodure et bromure éthyliques, on a essayé, à plusieurs re-

(1) Hofmann, *Ann. Chem. Pharm.*, t. LXXII, p. 159.

prises, de remplacer ces derniers par d'autres agents. On devait naturellement songer à leur substituer le chlorure éthylique, non-seulement parce que le chlore est une substance plus commune, mais encore parce que son poids atomique est moins élevé et que l'insolubilité plus grande du chlorure ammonique dans l'alcool, comparée à celle des bromure et iodure correspondants, promettait une séparation plus facile et plus complète de l'ammoniaque d'avec ses dérivés éthyliques.

» M. Stas (1) fut le premier à expérimenter la réaction du chlorure éthylique sur l'ammoniaque. Il observa qu'en dissolvant le chlorure éthylique dans de l'éther saturé de gaz ammoniaque, il se dépose, au bout de quelque temps, de beaux cristaux d'hydrochlorate d'éthylamine.

» Plus tard, M. C.-E. Groves (2) étudia plus à fond, dans mon laboratoire, l'action du chlorure éthylique sur l'ammoniaque. Il trouva qu'en chauffant à 100 degrés, pendant six à sept heures, un mélange de chlorure éthylique avec trois fois son volume de solution concentrée de gaz ammoniac dans l'alcool, il se forme surtout de l'hydrochlorate d'éthylamine à côté de petites quantités d'hydrochlorate de diéthylamine et de chlorure de tétréthylammonium. Je ne sais si ces expériences ont été reprises par d'autres chimistes, mais jusqu'ici on n'a rien publié qui aurait pu engager à substituer le chlorure éthylique aux bromure et iodure correspondants, dont on avait si souvent éprouvé les bons services.

» Dans ces derniers temps, j'ai dû chercher les moyens de me procurer une quantité assez notable d'éthylamine, pour la continuation de mes recherches sur l'huile de moutarde éthylée. Un concours particulier de circonstances me détermina à essayer de nouveau la préparation des ammoniaques éthylées par la réaction de chlorure éthylique sur l'ammoniaque.

» Les observations intéressantes de M. O. Liebreich sur les effets physiologiques de l'hydrate de chloral en ont provoqué rapidement la fabrication industrielle sur une échelle considérable. Un assez grand nombre de Communications relatives à l'industrie nouvelle du chloral ont été faites; mais ces Communications ont eu rapport surtout à la préparation et aux propriétés du chloral, et jusqu'ici l'on n'a guère fait attention aux produits secondaires de cette préparation. M. Gustave Kramer, qui s'occupe de la fabrication en grand du chloral, a le premier attiré mon attention sur la quantité assez notable de produits secondaires renfermant beaucoup de

---

(1) Stas, *Traité de Chimie de* Kekulé, t. I, p. 455.

(2) Groves, *Chem. Soc. Q. J.*, t. XIII, p. 341.

chlorure éthylique, qu'on obtient en préparant le chloral. Dans la fabrique de M. E. Schering, on en a condensé, surtout pendant les journées froides du dernier hiver, un certain nombre de kilogrammes, et, grâce à l'obligeance de ces Messieurs, j'ai eu des quantités considérables de ce produit intéressant à ma disposition.

» Le produit brut, sur lequel j'ai pu opérer, constituait un liquide incolore, limpide, insoluble dans l'eau, dont il gagne le fond, et d'un point d'ébullition tellement bas qu'il suffit du contact de la main pour la déterminer.

» Les vapeurs qui s'en dégagent en abondance sont inflammables et brûlent avec une flamme fuligineuse bordée de vert. En rectifiant ce liquide, il commence à bouillir entre 17 et 18 degrés : le point d'ébullition s'élève lentement à 30 et 32 degrés, où il reste stationnaire pendant quelques instants, puis il monte rapidement jusqu'à 50 degrés, température à laquelle presque tout avait distillé. Si l'on continue la distillation il ne reste, à 100 degrés, qu'une petite quantité d'une matière cristalline dans l'alambic.

» J'étais curieux de voir jusqu'à quel point ce produit pourrait être utilisé pour la préparation des bases éthylées. Dès les premiers essais, pour lesquels M. Hobrecker m'a prêté un concours actif et intelligent, les résultats furent si favorables, que je les crois dignes de l'attention de l'Académie.

» Pour la préparation des bases éthylées, on traite en vases clos à 100 degrés les produits secondaires les plus volatils de la préparation du chloral (condensées par de bons mélanges réfrigérants), avec une forte solution d'ammoniaque dans l'alcool. J'opérais d'abord dans des vases de fonte émaillés, mais ayant remarqué que dans ces circonstances le fer était à peine attaqué, j'ai fait usage plus tard d'un digesteur non émaillé en tôle forte. Le couvercle du digesteur était assujetti au moyen de vis et l'on y introduisait les liquides par une petite ouverture également à obturateur à vis.

» Cette même ouverture servait également pour laisser écouler du digesteur les produits de la réaction. Au lieu de solution alcoolique on pourrait aussi se servir de solution aqueuse d'ammoniaque ; mais la réaction est plus lente et le vase en fer se trouve dans cette circonstance fortement attaqué. Dans ce dernier cas on observe toujours la formation d'un peu d'alcool. Il est cependant probable qu'en employant la solution alcoolique ammoniacale, il y a également production d'une certaine quantité d'alcool et même

d'éther aux dépens du chlorure éthylique. Même à la température ordinaire il y a réaction entre le mélange du chlorure éthylique et l'ammoniaque aqueux ou alcoolique, mais elle est excessivement lente. Quelques expériences préliminaires démontrèrent qu'en mélangeant les produits secondaires de la préparation du chloral avec trois fois leur volume d'alcool de 95 degrés bien saturé d'ammoniaque à zéro, on obtient des résultats satisfaisants. Mon digesteur avait une capacité de 5 litres; on y introduisait 500 centimètres cubes de mélange de chlorures et 1500 centimètres cubes de la solution alcoolique ammoniacale. Après une heure de digestion au bain-marie, la réaction était achevée. Le produit peu coloré, mais qui présentait encore une forte réaction ammoniacale, après refroidissement, fut filtré pour le débarrasser d'une quantité considérable d'hydrochlorate d'ammoniaque cristallisé. Le liquide filtré fut ensuite distillé au bain-marie. Les premières portions condensées laissèrent déposer, par l'addition d'eau, une quantité encore notable d'un liquide huileux lourd, renfermant évidemment des chlorures éthyliques plus chlorés, mais ne contenant plus d'éther hydrochlorique, comme je pus de suite le remarquer d'après l'observation de leur point d'ébullition. Les produits distillés, condensés plus tard, consistent en une solution alcoolique faible d'ammoniaque : on n'a qu'à les saturer de nouveau d'ammoniaque pour les faire servir à une seconde préparation analogue. Dès que la distillation au bain-marie touche à sa fin, on verse le liquide de la cornue dans une capsule qu'on chauffe d'abord au bain-marie, puis directement à une température un peu plus élevée pour chasser les dernières traces d'alcool.

» Par refroidissement on obtient une masse cristalline fibreuse des hydrochlorates d'éthylamines, ne renfermant comparativement que très-peu de sel ammoniac.

» Par l'addition d'une solution concentrée de soude caustique, ces hydrochlorates sont décomposés et il se rassemble, à la surface de la solution aqueuse sodique, une couche huileuse d'un mélange d'éthylamine, de diéthylamine et de triéthylamine, tandis qu'il se volatilise une petite quantité d'ammoniaque.

» On sépare la couche huileuse au moyen d'un entonnoir et on la fait couler dans un vase renfermant de la soude caustique fondue, où elle se déshydrate complétement au bout de douze heures.

» Le liquide déshydraté, incolore et limpide fournit par distillation de l'éthylamine, de la diéthylamine et de la triéthylamine, en quantités sensiblement égales.

» L'ébullition commence déjà à 20 degrés; le point d'ébullition s'élève graduellement jusqu'à 108 degrés; mais déjà à 95 degrés presque toute la matière s'est volatilisée.

» On opéra en tout sur 5 litres des produits secondaires de la préparation du chloral et l'on en obtint, au moyen de 5 à 6 digestions, environ $1\frac{1}{2}$ litre d'un mélange d'éthylamine anhydre.

» Malheureusement encore cette fois, j'eus à constater l'exactitude de mes observations antérieures (1) sur l'impossibilité de séparer les trois bases éthylées par distillation fractionnée.

» Ce phénomène paraîtra certainement un peu étrange, si l'on considère qu'entre les points d'ébullition de l'éthylamine et de la diéthylamine, de même qu'entre ceux de la diéthylamine et de la triéthylamine, il y a un intervalle de température de près de 40 degrés.

» Pour parvenir à séparer ces bases, il faut suivre la méthode de séparation par l'éther oxalique, que j'ai déjà décrite antérieurement (2).

» Il ne serait cependant pas impossible qu'avec la quantité notable de bases actuellement à notre disposition, on parvînt à trouver des procédés de séparation plus simples. »

CHIRURGIE. — *De la suppression de la douleur après les opérations.* Note de M. Sédillot.

« Les malades peuvent subir toutes les opérations de la chirurgie dans un état d'insensibilité absolue; mais la douleur les attend à leur réveil, et l'on devait chercher à les en préserver. Les opiacés, les réfrigérants, le chloral ont été essayés, dans ce but, sans succès.

» *Cautérisation.* — La cautérisation potentielle, ignée, électrique (électrothermie, galvanocaustie), rend les surfaces traumatiques insensibles et exemptes d'accidents. Mais deux causes avaient empêché de l'ériger en méthode générale : 1° la confusion établie entre ses agents; 2° l'imperfection de ses procédés. Les *cautères potentiels,* ayant des effets mal limités, souvent très-lents et fort douloureux, étaient inapplicables. Les *cautères ignés* se prêtaient mieux aux opérations; mais leur refroidissement rapide, la nécessité de les renouveler, leur action superficielle en restreignaient l'emploi (*voir* la *Pyrotechnie* de Percy; les *Moxas* de Larrey; la *Cautérisation*

(1) Hofmann, *Lond. R. Soc. Proceed.*, t. XI, p. 66.
(2) Hofmann, *Lond. R. Soc. Proceed.*, t. XI, p. 66.

des foyers infectieux de Bonnet, et nos deux Communications à l'Académie des Sciences : *Sur la cautérisation ponctuée et la destruction des cancroïdes par le fer rouge*). M. Nélaton s'est servi de la flamme du gaz d'éclairage, dont les eschares manquent de profondeur. Nous voulons recourir à un jet de flamme produite par un mélange d'oxygène et d'hydrogène, mais on ne saurait en étendre beaucoup les applications. L'*électro-thermie* ou *cautérisation électrique* est le procédé le plus sûr et le plus puissant. On peut, à volonté, varier les degrés de la chaleur, la porter instantanément à la plus haute intensité, la diminuer ou la supprimer, la rendre intermittente ou continue, la diriger dans de profondes cavités, et détruire ou diviser tous les tissus en contact. Divers chirurgiens avaient déjà compris l'importance de l'électro-thermie, et nous avions été des premiers à en vanter les avantages et à en faire usage (voir *Gazette médicale de Strasbourg* du 20 mars 1850); mais c'est au professeur Midderdorpf, de Breslau, que revient l'honneur d'avoir construit un appareil et des instruments qui ne laissaient aucun doute sur les ressources de cette méthode (Midderdorpf; in-8°, avec planches; Breslau, 1854). Ceux qui, comme nous, y eurent recours ne réussirent pas immédiatement à produire des sections sèches. Il ne suffisait pas, comme l'avait indiqué Midderdorpf, de ne pas chauffer les cautères au-dessus du rouge-brun, pour éviter les pertes de sang. Après de nombreuses expériences, nous reconnûmes que la chaleur au rouge-blanc atteignait parfaitement ce but, quand on avait la précaution de diviser et de détruire les tissus avec une extrême lenteur. A partir de ce moment, nous pratiquâmes, sans hémorrhagie, de nombreuses opérations, et nous obtînmes de remarquables succès.

» *De l'insensibilité des plaies par l'électro-thermie.* — Les brûlures au troisième degré causent peu de douleur. Nous avons vu des personnes brûlées mortellement conserver, pendant quelques jours, de l'appétit, du sommeil, et l'espoir d'une prochaine guérison. Un ouvrier qui avait posé le pied dans un courant de fonte incandescente le retira carbonisé, sans en souffrir. Une jeune fille, dont les vêtements avaient pris feu, descendit quatre étages, affolée et en flammes, et fut complétement brûlée, des pieds au menton. Cependant les douleurs furent presque nulles pendant le peu de jours qu'elle vécut à la Clinique, et, après sa mort, la peau était sèche, tendue sans un pli, et donnait au corps l'aspect d'une statue d'airain. Cette indoloréité, qui est d'observation générale, s'explique par la destruction des nerfs. L'électro-thermie devait de même rendre des plaies insensibles, et l'on comprend comment les malades opérés par cette méthode, sous l'in-

fluence du chloroforme que nous employons *toujours*, n'accusent à leur réveil aucune douleur. Plus tard, du troisième au neuvième jour, commence une réaction inflammatoire, habituellement très-faible, et la fièvre manque ou est d'une courte durée.

» *De l'innocuité des plaies par l'électro-thermie.* — Les plaies couvertes d'eschares sont moins exposées aux contages et aux infections miasmatiques, putrides et purulentes que les plaies produites par instruments tranchants. De là la supériorité proclamée des premières sur les secondes. Les liquides ne s'extravasent ni ne s'altèrent, et le rétablissement, quoique artificiel, de la continuité des surfaces d'enveloppe et de protection favorise la reconstitution organique, dans les conditions si remarquablement heureuses des plaies sous-cutanées. Les pansements à l'alcool, le badigeonnage des plaies avec la teinture d'iode, les sels de fer, l'azotate d'argent, etc., n'ont pas d'autre but, et sont avantageusement remplacés.

» *Appareils et instruments de l'électro-thermie.* — On peut compter sur l'ingéniosité des physiciens pour tous les perfectionnements réclamés par l'expérience. On a déjà construit, à Vienne, chez Leiter, des appareils supérieurs à celui de Midderdorpf. On joindra, aux fils et aux lames de platine en usage, des supports fixes, des pas de vis propres à resserrer plus lentement les anses constrictives. On fabriquera des cautères coniques, pointus, arrondis, circulaires. Nous avons donné aux fils de platine la forme de lignes droites, courbes, convexes, concaves, d'un grand ou d'un petit diamètre; rien n'est plus facile que de les ployer à angles mousses ou aigus, et de les adapter aux indications les plus variées. Les lames ou rubans de platine se prêtent aux mêmes modifications. On préserve les parties voisines avec des lamelles de bois, de carton, de charbon, etc. Nous avons fait tailler, creuser et perforer des lames d'anthracite, de manière à embrasser le pédicule des tumeurs, ou les tumeurs elles-mêmes, pendant leur cautérisation.

» *Modes d'application de l'électro-thermie.* — Une des conditions les plus favorables de l'électro-thermie est la densité et le peu de vascularité des tissus à diviser. De là, le précepte d'en comprimer les vaisseaux latéralement, directement, entre deux pinces ou deux ligatures, pour en rapprocher les parois, en exprimer le sang et y suspendre la circulation. Si l'on se sert d'une anse de fil de platine, on doit simplement la poser sur les parties. Dès que le courant électrique est établi, le fil les noircit et y trace un sillon d'abord superficiel, puis de plus en plus profond, en dégageant de la fumée et de la vapeur. Bientôt, le fil rougit aux points où la destruction des tissus

le laisse libre. C'est le moment d'en rétrécir l'anse et d'en régulariser le contact, par de légères pressions directes avec un stylet bifurqué. On divise ainsi les parties sans perdre une goutte de sang. Nous avons mis dix minutes à la section d'organes de 6 à 8 centimètres d'épaisseur. La surface des plaies est dure, sèche, d'apparence cornée. Il importe de savoir que les fils et les lames de platine, chauffés à blanc, coupent les chairs presque aussi aisément que le bistouri, et que les vaisseaux traversés trop rapidement donnent des hémorrhagies d'autant plus difficiles à suspendre, que les cautères perdent leur chaleur au milieu du sang. La règle est de produire des eschares sèches, adhérentes et précédées d'un coagulum oblitérateur. En cas d'écoulement de sang, on l'arrête par compression et l'on touche les orifices vasculaires avec la lame de platine incandescente. Si l'application en est légère et rapide, l'on voit un jet de flamme jaillir à chaque cautérisation, mais si on laisse l'instrument en place, il noircit, adhère et arrache, lorsqu'on le retire, le coagulum et les détritus plus ou moins carbonifiés et reproduit l'hémorrhagie; mieux vaut attendre alors le moment où il rougit de nouveau, après avoir séché et détruit toutes les parties en contact.

» La persistance de la cautérisation ne compense pas la diminution de la chaleur, mais permet une sorte d'écrasement linéaire électro-thermique.

» Les sections d'artère exigent encore plus de lenteur. Dans les amputations, on détache le périoste, avec le cautère lamellaire, jusqu'à la hauteur où doit porter la scie. Si l'on sépare le périoste avec un couteau ordinaire, on cautérise la plaie après avoir abattu les os.

» *Indications opératoires.* — L'ablation des tumeurs pelliculées; l'amputation des membres, de la verge, des testicules, du col utérin; l'excision des végétations cancroïdales et fibro-épidermiques; la destruction partielle des loupes; l'ouverture des kystes et des abcès froids; l'application des raies de feu; la cautérisation ponctuée, en pointe (Richet); l'extirpation des tumeurs limitées ou susceptibles d'être circonscrites, se prêtent facilement à l'électro-thermie.

» *Expériences.* — Une amputation de jambe, sur un chien de moyenne taille, faite au-dessous du genou, sans ligatures, pansements, ni hémostatiques, a parfaitement réussi. La peau formait manchette, et l'animal ne parut pas avoir eu un moment de douleur ni de fièvre. Nous avons cautérisé et divisé l'artère crurale, dans une autre expérience, sans hémorrhagie; résultat obtenu sur l'homme, avant la généralisation de la ligature par A. Paré.

» *Observations cliniques.* — Voici quelques-unes des opérations que

nous avons publiquement pratiquées à la Clinique, au moyen de l'électro-thermie : 1° amputation de jambe sus-malléolaire; 2° métatarso-phalangienne du gros orteil; 3° de la verge; 4° de trois tumeurs dermo-fibroïdes des grandes lèvres; 5° de sein cancéreux; 6° raies plus ou moins profondes, autour d'articulations affectées de tumeur blanche ou d'ostéite; 7° destruction directe d'une tumeur nasale fibro-épidermique; 8° ablation de cancroïdes; 9° cautérisation de tumeurs érectiles capillaires. Aucune de ces opérations ne fut suivie de douleurs ni d'accidents.

» *Conclusions.* — A. L'électro-thermie supprime la douleur après les opérations; B. évite les pertes de sang; C. prévient la rétention et l'altération des liquides; D. met à l'abri des complications infectieuses, putrides et purulentes; E. facilite la reconstitution organique, dans les conditions des plaies sous-cutanées, si favorable à la guérison; F. constitue une méthode souvent entrevue et recherchée, mais jusqu'ici restée incomprise dans sa généralité; G. la chaleur électrique forte ou faible, continue ou intermittente, capable de convertir les tissus en eschares, de les carboniser, de les détruire en les gazifiant, se prête aux indications opératoires les plus variées; H. les expériences et la clinique placent l'électro-thermie au nombre des plus remarquables progrès de la Chirurgie. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les microzymas géologiques de diverses origines; par* **M. A. Béchamp.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Payen, Ch. Sainte-Claire Deville, Bussy.)

« Le carbonate de chaux pur n'a pas d'action sur la fécule ni sur le sucre de canne, même au contact de l'air dépourvu de certaines poussières. En ajoutant une goutte de créosote par 100 centimètres cubes d'empois ou d'eau sucrée, le carbonate de chaux pur reste sans action sur ces composés, même lorsqu'on se borne à fermer l'orifice des vases avec une simple feuille de papier. Après plus de deux années, le sucre de canne était aussi pur que le premier jour, et l'empois n'avait subi aucune fluidification; la fécule était restée parfaitement intacte. Pourquoi la craie, même au sortir de la carrière et prise au centre d'un bloc, agit-elle si rapidement sur l'empois de fécule pour le fluidifier, sur le sucre de canne pour l'intervertir, et produire ensuite avec l'un et l'autre de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide lactique et de l'acide butyrique? J'ai répondu à ces questions (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 451) en démontrant que la craie contient des

organismes actuellement vivants, de l'ordre des granulations moléculaires que l'on observe dans certaines fermentations, et que j'ai nommées *microzymas*. J'ai déjà fait voir que, dans un calcaire tertiaire d'eau douce, des microzymas analogues existent, et qu'ils possèdent la même fonction que ceux de la craie. Il importait de démontrer que le fait est général et que dans tous les calcaires, depuis celui de la grande oolithe jusqu'aux plus modernes, des microzymas existent, et que leur fonction est la même, c'est-à-dire qu'ils agissent comme les microzymas de la craie, dont l'action est semblable à celle des bactéries et des microzymas actuels. J'ai surtout examiné les calcaires suivants :

» I. *Calcaire d'Armissan*, près de Narbonne. — Age tertiaire moyen, formation lacustre.

» II. *Calcaire de Barbentane*, près de Beaucaire. — Mollasse de l'âge tertiaire moyen, formation marine.

» III. *Calcaire de Pignan*. — Mollâsse de Pignan (Hérault). Calcaire moellon, âge tertiaire moyen, formation marine.

» IV. *Calcaire néocomien*, de Lavalette, près de Montpellier. — Très-compacte. Terrain crétacé inférieur.

» V. *Calcaire oolithique*. — Je dois les échantillons à l'obligeance de M. Jules François; ils ont été extraits, en présence de M. Normand, des carrières de Savonnières et de Brauvilliers (Meuse), ouvertes dans l'oolithe supérieure, entre les vallées de la Saulx et de la Marne.

» Ces divers calcaires ont servi à faire fermenter du sucre de canne et de la fécule. Dans toutes les opérations il s'est dégagé de l'acide carbonique et de l'hydrogène. L'alcool, l'acide acétique, le lactique et souvent le butyrique sont les termes constants de la réaction.

» Dans tous ces calcaires on constate aisément, comme dans la craie de Sens, l'existence de molécules mobiles, qui affectent la même forme que les granulations moléculaires des fermentations. Tous laissent, après le traitement par l'acide chlorhydrique étendu, un résidu abondant, retenant, sous forme de gelée, une grande quantité d'eau. Cette matière gélatineuse, étant desséchée à 130 degrés et ensuite incinérée, noircit et perd de son poids. Je donnerai pour exemple ce qui a lieu pour le calcaire oolithique de Savonnières, fin blanc ; 1000 grammes de calcaire fournissent :

Résidu humide, complétement égoutté : 106^{gr}.	
Se réduisant, après dessiccation à 130 degrés, à.......	$20^{gr}80$
Et après calcination à l'air, à......................	18,97
Perte, matière organique...................	1,83

Cette matière organique, comme pour la craie, est azotée; elle servait principalement à constituer les microzymas. Il est à remarquer que, pendant que l'on dissout le calcaire oolithique dans l'acide chlorhydrique, il se développe une odeur bitumineuse spéciale. Les produits des fermentations par ce calcaire ont également une odeur un peu bitumineuse, rance, que l'on ne retrouve pas dans les opérations avec les autres calcaires.

» VI. *Tuf calcaire de Castelnau*, près de Montpellier. — Il est porteur d'empreintes de feuilles, et les microzymas s'y retrouvent. Néanmoins l'empois de fécule n'a subi un commencement de fluidification que trois semaines après le commencement de l'expérience, et, après deux mois, il ne s'était formé que des traces non dosables de produits de fermentation. Les microzymas du tuf se sont bornés, très-lentement, à liquéfier l'empois et à former de la fécule soluble. Cette expérience est importante, en ce qu'elle nous assure que les microzymas que l'on retrouve dans les calcaires plus anciens ne proviennent pas des infiltrations qui y auraient apporté les débris des êtres actuels, ni des poussières atmosphériques de notre époque.

» J'ajoute maintenant que la houille de Bességes, pulvérisée et mise avec du carbonate de chaux pur dans l'empois d'amidon, ne le fluidifie pas, bien qu'au microscope on y découvre des particules brillantes, incolores, qui simulent des microzymas. Au contraire, la terre de garrigue, la terre de bruyère, contiennent des microzymas qui agissent énergiquement sur l'empois de fécule. Et l'on ne sera plus surpris, d'après l'ensemble de ce travail, de trouver que la poussière des rues des grandes villes, comme celle des rues de Montpellier, puisse être employée comme ferment lactique et butyrique puissant, à cause des microzymas nombreux qui s'y trouvent. C'est par là que s'expliquent les expériences de M. Chevreul sur la formation des sulfures dans les environs de la Bièvre.

» Quelle est maintenant la signification géologique de ces microzymas et quelle est leur origine? Il est assez difficile de faire une réponse qui soit sans réplique. Je vais pourtant l'essayer.

» Je crois qu'ils sont les restes organisés et encore vivants des êtres qui ont vécu à ces époques reculées. J'en trouve la preuve dans ces recherches mêmes et dans celles que j'ai exécutées seul ou en collaboration avec M. Estor sur les microzymas des êtres actuellement vivants. Ces microzymas sont morphologiquement identiques, et, bien qu'il y ait quelques légères différences dans leur activité comme ferments, tous les com-

posés qui se forment sous leur influence sont pourtant du même ordre (1).

» Peut-être un jour la géologie, la chimie et la physiologie se rencontreront pour affirmer que les grandes analogies que l'on constate entre la faune et la flore géologiques, et la flore et la faune actuelles, au point de vue de la forme, existaient aussi au point de vue de l'histologie et de la physiologie. J'ai déjà constaté quelques différences entre les microzymas géologiques de diverses origines : ainsi, tandis que le calcaire d'Armissan et celui de Barbentane laissent apparaître des bactéries, il ne s'en développe point avec la craie et le calcaire oolithique, dans les mêmes circonstances. Des différences analogues se peuvent constater entre les microzymas des êtres actuels.

» En lisant les remarques que M. Élie de Beaumont a faites, dans la séance de l'Académie du 6 décembre dernier, à propos de l'osséine des os fossiles, il m'a semblé que l'illustre géologue ne pensait pas que les conclusions que M. Scheurer-Kestner tirait de ses analyses prouvassent la contemporanéité du Mammouth et de l'Homme. Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner des os fossiles; mais j'ai toujours vu les os anciens, conservés à l'air ou retirés de la terre, fourmiller de microzymas. D'un autre côté, la matière organique n'est pas si altérable, spontanément, qu'on l'admet généralement (2). Sa conservation serait indéfinie si des ferments, dans des

(1) Cette conclusion pourra paraître étrange; pourtant je la crois exacte, et jusqu'à preuve du contraire je la maintiens. Je prie que l'on veuille bien remarquer ceci : d'après les recherches de M. Payen, la fécule, même à l'état d'empois, est complétement insoluble; mais les calcaires sont insolubles également et évidemment. Pourtant ils fluidifient l'empois : comment deux corps également insolubles pourraient-ils réagir? Si donc l'empois se fluidifie et s'il ne peut l'être ni par le carbonate de chaux ni par aucun des autres composés minéraux des calcaires, il faut bien que ce soit grâce à l'influence des matières organiques de ces calcaires; or ces matières organiques sont également insolubles. D'autre part, la fluidification de l'empois est fonction de l'influence des acides, d'une température élevée et des ferments solubles analogues à la diastase, cette autre belle découverte de M. Payen. Mais la liquéfaction de l'empois par les calcaires se fait dans un milieu neutre et au-dessous de 40 degrés : dans ces conditions elle ne peut être due qu'à un ferment soluble; et l'on sait que les ferments solubles, les zymases, sont toujours le produit de l'activité d'un organisme vivant : les granulations moléculaires organiques des calcaires sont donc vivantes; elles sont des microzymas analogues aux granulations moléculaires des êtres actuellement vivants, lesquelles agissent exactement de la même manière.

(2) Les *Recherches* de Kunth, *sur les plantes trouvées dans les tombeaux égyptiens*, démontrent très-bien cette inaltérabilité de la matière organique. (Voir *Annales des Sciences naturelles*, par MM. Audouin, Brongniart et Dumas; 1826.)

conditions convenables, ne la ramenaient peu à peu, par une sorte de dédoublements successifs, comme s'exprime M. Dumas, à l'état minéral. La gélatine, par exemple, même à l'état de gelée, pourrait se conserver sans fin si rien d'organisé n'y était introduit, et, même au contact de l'air, dans un milieu créosoté à dose non coagulante, son inaltérabilité est sans limite; mais dès qu'on y ajoute des microzymas ou qu'il en arrive par une exposition à l'air, cette gelée se liquéfie et prend une odeur spéciale; le produit de la liquéfaction ne gélatinise plus : c'est de la gélatine soluble analogue à ce que M. Scheurer-Kestner appelle *osséine soluble*. Les microzymas qui liquéfient la gelée de gélatine ont la plus grande ressemblance avec ceux des os. Or il pourrait se faire que ces microzymas agissent moins rapidement sur tel os que sur tel autre, et, par suite, que l'on ne puisse rien conclure relativement à l'âge de cet os. Si, comme l'a fait observer M. Élie de Beaumont, l'ivoire du diluvium glacé de la vallée de l'Obi est intact, c'est que dans ces conditions l'activité des microzymas est réduite à zéro, tandis que dans le diluvium de la France et de l'Angleterre ils ont pu agir et rendre friables les défenses d'Éléphant qu'on y rencontre. Il est remarquable, en effet, que les microzymas des calcaires que j'ai examinés sont à peu près sans action aux basses températures, et que toute leur activité ne se développe qu'entre 35 et 40 degrés. Une température glaciale, comparable à celle de la vallée de l'Obi, arrêterait totalement cette activité. »

M. Bonnafont donne lecture d'une Note concernant un nouvel appareil destiné à diriger, dans la trompe d'Eustache et dans la caisse du tympan, des injections de diverses natures.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, fondation Montyon.)

M. Croullebois donne lecture d'un Mémoire relatif à la variation de l'indice de réfraction des liquides sous l'influence de la température.

(Commissaires : MM. Regnault, Laugier, Fizeau, Jamin.)

M. Tremblay donne lecture d'un neuvième Mémoire concernant l'organisation du sauvetage maritime international.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Lemaire adresse, de Stenay (Meuse), une Note relative à un procédé qui permet de faire le relevé des indications d'un baromètre, sur un cadran placé à une distance quelconque et mis en communication électrique avec l'instrument.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. A. Brachet adresse une Note concernant une « solution de l'éclairage électrique, déduite des observations ophthalmo-photogéniques ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Perreul adresse une nouvelle Note concernant la « nouvelle force motrice », dont il a déjà entretenu l'Académie.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Cave Thomas adresse, de Londres, un Mémoire sur la « théorie esthétique de la lumière ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de *M. Diamilla-Muller*, de Florence, intitulé « Recherches sur le magnétisme terrestre ». Ce travail a pour but d'étudier si l'influence solaire est directe ou indirecte : il a pour base les résultats de vingt années d'observations, faites par Arago, et dont les registres ont été déposés à la Bibliothèque de l'Institut. L'auteur y a joint plusieurs cartes construites sur les données d'Arago, et, entre autres, la courbe des variations moyennes de la déclinaison pour une année entière.

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. E. Hecquet d'Orval*, sur « la destruction des vers blancs par la jachère », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« J'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, en 1868, une étude sur la destruction des *insectes nuisibles aux récoltes*. Le bienveillant accueil fait à ce Mémoire lui a valu un Rapport de M. Payen, inséré dans le numéro du 13 juillet 1868 des *Comptes rendus*.

» Personne n'a contesté la justesse de mes conclusions, mais elles ont donné lieu à des objections économiques. C'est pour démontrer combien ces objections sont peu fondées, que je publie une seconde étude sur cette question si importante pour la production rurale.

» On y trouvera de nouvelles observations, qui confirment de tous points la doctrine agricole que j'ai exposée en 1868, ainsi que des faits et des chiffres qui établissent d'une manière *incontestable* ses avantages économiques. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces du quatrième ordre*. Note de **M. H. Durrande**, présentée par M. Chasles.

« Je considère, par une méthode analogue à celle qui a été suivie par M. Chasles pour les courbes du quatrième ordre (1), deux faisceaux de surfaces du second ordre

$$U - \lambda U_1 = 0,$$
$$V - \mu V_1 = 0,$$

U, U_1, V, V_1 étant des surfaces fixes du second ordre, et λ, μ des paramètres variables; si l'on suppose ces paramètres liés par la relation

$$a\lambda\mu + b\lambda + c\mu + d = 0,$$

l'équation

$$(1) \qquad aUV + bUV_1 + cVU_1 + dU_1V_1 = 0$$

représente une surface du quatrième ordre passant par les courbes gauches (U, U_1), (V, V_1), *bases* des deux faisceaux.

» L'équation (1) se ramène aisément à l'une des formes

$$UV + kU_1V_1 = 0,$$
$$UV_1 + k_1VU_1 = 0,$$

en faisant correspondre deux à deux, soit les surfaces fixes de même indice, soit les surfaces fixes d'indices différents.

(1) *Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 372.

» Ces formes remarquables de l'équation d'une surface du quatrième ordre laissent apercevoir facilement les particularités qu'elle présente et permettent de les rattacher à celles qui leur correspondent sur les deux faisceaux de *quadriques* (1).

» Ainsi, puisque la base de chacun des faisceaux appartient à la surface résultante, si cette base se compose de deux courbes planes, ou d'une courbe plane double, ou de deux courbes planes dont l'une est à l'infini, la surface du quatrième degré sera doublement tangente à toutes les quadriques du faisceau, ou les touchera suivant une courbe plane, ou bien aura une conique à l'infini, etc.

» On remarque sans peine le double mode de génération de la surface du quatrième ordre par des courbes gauches de systèmes différents. En général, deux génératrices de même système n'appartiennent pas à une même surface du second degré; le contraire a lieu pour deux systèmes différents.

» Voici l'indication rapide de quelques-uns des résultats obtenus en faisant diverses hypothèses sur les fonctions U et V.

» I. Si les deux faisceaux ont chacun pour base un système de deux courbes planes, la surface résultante est doublement tangente à toutes les quadriques qui les composent.

» *Remarque.* — Si les deux faisceaux sont composés de surfaces réglées (et on peut toujours le supposer par la considération des plans et droites imaginaires), la surface résultante est le lieu des points tels, qu'il y a un rapport constant entre les produits respectifs des distances de ces points aux quatre faces de deux tétraèdres.

» II. Si les bases des deux faisceaux sont des coniques doubles, la surface résultante touche toutes les quadriques des deux faisceaux en tous les points de leurs bases respectives.

» III. Si les deux faisceaux sont composés de quadriques homothétiques à une même surface, les intersections des surfaces correspondantes des deux faisceaux sont des coniques.

» Il y a alors deux cas à distinguer :

» 1° Si les plans des coniques d'intersection tournent autour d'une ligne droite, la surface résultante est du troisième ordre;

» 2° Si les plans de ces coniques enveloppent un cône ou un cylindre

(1) Nom donné par M. Cayley aux surfaces de second ordre et analogue à celui de *coniques* donné aux courbes de même ordre.

du second ordre, la surface résultante est du quatrième ordre et touche ce cône ou ce cylindre en tous les points d'une conique.

» Si l'on considère en particulier le cas de deux faisceaux de sphères, on retrouve des surfaces extrêmement remarquables, telles que les transformées des quadriques par rayons vecteurs réciproques, les anallagmatiques (comprenant le tore, la cyclide) étudiées par MM. Moutard et Darboux (1). »

ASTRONOMIE. — *Réponse à une objection relative à la loi du mouvement de rotation des planètes.* Note de **M. C. Flammarion**, présentée par M. Delaunay.

« Je lis dans les *Comptes rendus* une Note tendant à mettre en doute les résultats généraux de mes recherches sur la rotation des planètes. Je demande à l'Académie la permission de donner une brève réponse aux objections présentées.

» Les rapports que j'ai signalés entre les densités des planètes et le coefficient de retardement qui distingue la révolution d'un satellite équatorial de la rotation réelle du corps planétaire, ne sont, comme je l'ai fait remarquer moi-même, que des rapports approchés. Mais après avoir, depuis plusieurs années que cette recherche me préoccupait, constaté une coïncidence très-sensible entre ces deux termes, similitude que ne présente aucun autre ordre de comparaison, j'ai pensé qu'il était légitime d'en conclure que la densité est l'élément prépondérant en jeu dans l'établissement du mouvement de rotation.

» Il ne saurait venir à l'esprit d'aucun astronome d'exiger une identité absolue entre les termes dont il s'agit, car tout astronome sait que ni les dimensions, ni les masses des planètes ne sont encore rigoureusement déterminées.

» Mes densités s'écartent un peu de celles de l'*Annuaire*. Lorsque j'ai entrepris ces recherches, j'avais d'abord adopté les densités de l'*Astronomie populaire* d'Arago. Plus tard, je les ai modifiées d'après les mesures récentes signalées dans les *Astronomische Nachrichten* et les *Monthly Notices*. Or il se trouve qu'elles présentent, pour la plupart, une moyenne entre celles qui ont été données par les diverses publications astronomiques. C'est ce que l'on peut facilement voir par le tableau suivant, dans lequel je transcris les densités données par Arago, celles de l'*Annuaire*, et les miennes.

(1) Voir les *Comptes rendus*, 1864, t. LIX, p. 240 et 243, et les *Annales scientifiques de l'École Normale*, 1865, t. II, p. 55.

	Arago.	Annuaire.	Les miennes.
☿	1,234	1,376	1,31
♀	0,923	0,905	0,91
♁	1	1	1
♂	0,948	0,714	0,80
♃	0,238	0,236	0,22
♄	0,138	0,121	0,14
♅	0,180	0,209	0,21
♆	0,222	0,216	0,22

» Pour calculer les rapports de la pesanteur à la force centrifuge, je n'ai pas employé la formule signalée ($17\,T\sqrt{d}$); mais j'ai calculé directement pour chaque planète $\omega^2 r$ et g. La vue générale qui est résultée de ces comparaisons, c'est que de faibles corrections apportées aux chiffres ainsi théoriquement obtenus suffiraient pour établir une identité entre les coefficients de rotation et les densités. J'ajouterai en terminant que, malgré la conclusion qui m'autorise à attribuer ici le rôle fondamental aux *densités*, je ne refuse pas d'admettre que les différences existantes puissent être dues à l'influence de quelque cause secondaire, apportant une variante à la règle générale. Mais la loi reste, notamment en ce qui concerne la distinction remarquable qui existe entre le groupe des planètes anciennes : Neptune, Uranus, Saturne, Jupiter, et le groupe des planètes plus récentes : Mars, la Terre, Vénus et Mercure. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique.* Note de MM. **Lucas** et **Cazin**, présentée par M. Becquerel.

« L'appareil dont nous faisons usage, pour mesurer avec précision les durées des étincelles électriques, est essentiellement fondé sur une application du vernier.

» Un disque de mica de 15 centimètres de diamètre a été, par un procédé photographique, noirci sur une de ses faces et divisé vers son bord en 180 parties égales, au moyen de traits transparents. Il est monté sur un axe horizontal, dont la vitesse de rotation peut varier de 100 à 300 tours par seconde. Une manivelle commande ce mouvement rapide, par l'intermédiaire d'un engrenage. Pour un tour de la manivelle, le disque de mica fait 66 $\frac{1}{2}$ tours.

» Un autre disque, de même rayon et centré sur la même horizontale, est fixé verticalement, aussi près que possible du disque mobile. Il est en

verre argenté, et porte, vers le sommet de son diamètre vertical, six traits transparents, formant un *vernier* pour apprécier le *sixième* de l'intervalle compris entre deux traits consécutifs du disque de mica.

» Une boîte circulaire, en cuivre noirci, renferme les deux disques. Le vernier en forme le fond, du côté du foyer de lumière. Le disque de mica tourne à l'intérieur. Du côté de l'observateur, une plaque de métal forme le couvercle; une petite fenêtre, munie d'une glace de verre, est ménagée en regard du vernier, pour permettre les observations. De cette manière, le disque mobile est préservé des poussières, protégé contre les chocs et abrité contre les courants d'air.

» L'aspect général de ce chronoscope, dont la construction a été réalisée fort habilement par M. Duboscq, rappelle celui de l'appareil imaginé et employé par M. Edm. Becquerel, pour ses importantes recherches sur la phosphorescence des corps.

» Nous substituons, à la manivelle proprement dite, une poulie en bois à plusieurs rayons, sur laquelle passe une corde à boyau qui s'enroule aussi sur une autre poulie, d'un diamètre beaucoup plus grand, fixée sur le volant d'un *moteur à gaz*. Cette machine, qui nous a été très-obligeamment prêtée par son inventeur M. Hugon, est de la force d'un demi-cheval. Elle fonctionne avec une grande régularité; on peut la mettre en marche presque instantanément et l'arrêter de même. Elle n'exige pas, comme les machines à vapeur, qu'on la maintienne en pression pendant les temps d'arrêt : aussi nous rend-elle d'excellents services.

» Pour charger la batterie de Leyde, dans laquelle nous condensons l'électricité, nous employons une machine de Holtz, dont le plateau est mis en mouvement par le moteur à gaz. Les étincelles jaillissent entre deux boules de métal, de 11 millimètres de diamètre. Le milieu de la distance de ces deux boules occupe le foyer principal de la lentille d'un collimateur, afin que les rayons lumineux tombent normalement sur le vernier. On vise la fenêtre du chronoscope avec une lunette grossissante.

» Supposons que l'étincelle électrique se produise périodiquement, dans des conditions identiques, pendant que le disque de mica tourne à peu près uniformément.

» Un premier observateur applique un œil contre l'oculaire de la lunette et indique à haute voix le nombre des traits qu'il observe simultanément, pour chaque étincelle. Un autre observateur enregistre ces nombres et compte le nombre des tours que la manivelle du chronoscope fait par minute.

» Soient N le nombre des étincelles observées,

S le nombre total des traits vus,

n le nombre des tours de la manivelle.

» La durée y de l'étincelle, en millionièmes de seconde, est donnée par la formule

$$(1) \qquad y = \frac{10000}{12n}\left(\frac{S}{N} - \mu\right),$$

dans laquelle μ est un paramètre constant, égal à 0,70 pour notre appareil. Si l'on désigne par ε la largeur angulaire des traits du disque de mica, par ω l'angle compris entre les axes de deux traits consécutifs, et par ε' la largeur angulaire des traits du vernier, on a

$$(2) \qquad \mu = \frac{6(\varepsilon + \varepsilon')}{\omega}.$$

» La formule (1) suppose que N soit un grand nombre; aussi observons-nous en général des séries de cent étincelles.

» Toutes choses égales d'ailleurs, la durée de l'étincelle électrique est fonction de la surface de la batterie de Leyde, ou, en d'autres termes, du nombre des jarres qui la composent.

» En faisant varier ce nombre x, par unité simple, depuis 1 jusqu'à 9, nous avons trouvé que la durée y peut s'exprimer par la formule

$$(3) \qquad y = k(1 - a^x).$$

» Avec deux boules de zinc, écartées de $2^{mm},292$, nous avons obtenu les resultats suivants :

$$(4) \qquad \begin{cases} \log a = \bar{1},9050453, \\ \log k = 1,5192181, \end{cases}$$

soit

$$(5) \qquad \begin{cases} a = 0,80361, \\ k = 33,05355. \end{cases}$$

x	S	N	$12n$	y Observé.	y Calculé.	Différence.
1	$52.\overset{t}{1} + 143.\overset{t}{2} + 5.\overset{t}{3} = 353$	200	1402	7,45	6,49	0,96
2	10.1 + 66.2 + 24.3 = 214	100	1215	11,85	11,71	0,14
3	37.2 + 63.3 = 263	100	1215	15,98	15,90	0,08
4	7.2 + 92.3 + 11.4 = 304	100	1212	19,30	19,27	0,03
5	63.3 + 37.4 = 337	100	1246	21,50	21,98	−0,38
6	50.2 + 50.3 = 250	100	756	23,81	24,15	−0,34
7	22.3 + 67.4 + 11.5 = 389	100	1236	25,81	25,90	−0,09
8	20.2 + 71.3 + 9.4 = 289	100	792	27,52	27,31	0,21
9	17.2 + 71.3 + 12.4 = 295	100	788	28,57	28,43	0.14

» On voit que la différence entre la durée observée et la durée calculée n'a pas atteint le millionième de seconde.

» Avec les mêmes boules de zinc, écartées de 5 millimètres, nous avons trouvé

$$(6) \qquad y = k'(1 - a^x),$$

a ayant la même valeur que ci-dessus, tandis que

$$(7) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \log k' = 1,8226921, \\ k = 66,4802. \end{array} \right.$$

» Le paramètre a est donc *indépendant de la distance explosive.*

» Les jarres que nous avons fait entrer dans notre batterie ont une surface d'armature extérieure d'environ 1243 centimètres carrés.

» D'autres lois physiques non moins importantes ressortent déjà de nos recherches ; d'autres restent à découvrir, et feront l'objet de nos études postérieures. Nous aurons l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats que nous pourrons obtenir.

» Ces recherches ont été faites à l'Observatoire impérial de Paris, grâce à la haute bienveillance de l'Administration, qui a bien voulu nous permettre de disposer, à cet effet, d'une salle inoccupée. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants électriques*. Note de **M. A. Trève**, présentée par M. Jamin.

« Des expériences que j'ai faites récemment au laboratoire de la Sorbonne il résulte les faits suivants :

» 1° Étant donné un arc voltaïque *ab* produit par une pile de 50 éléments *Bunsen*, si l'on fixe aux pôles + et — de cette pile les pôles — et + d'une seconde pile de 50 Bunsen, et que l'on fasse passer par conséquent dans l'arc voltaïque *ab* un courant de même force en sens contraire, l'arc s'éteint immédiatement, et si l'on remet les deux charbons en contact, l'obscurité persiste. Ce qui prouve bien que *deux courants dynamiques ne peuvent circuler dans l'air, en sens contraire l'un de l'autre, dans le même fil.*

» 2° Si l'on augmente la seconde pile de 10 éléments, par exemple, et que l'on oppose à l'arc voltaïque des 50 Bunsen un courant de 60, cet arc disparaît encore instantanément ; mais si l'on remet les charbons au contact, il en jaillit de petites étincelles représentant exactement la différence 10 des deux forces dynamiques mises en opposition.

» 3° M. Duboscq m'a construit un appareil très-simple pour étudier les

effets de la rencontre de deux courants voltaïques de 50 Bunsen chacun. J'ai disposé ces deux courants en croix et exactement dans le même plan. Après avoir fait jaillir l'arc voltaïque de a en b, si l'on rapproche les deux charbons c et d, immédiatement ce second arc jaillit, et ces *deux arcs se croisant sans aucune altération sensible* produisent un beau foyer lumineux, prouvant bien que les courants dynamiques peuvent se croiser en tous sens, se pénétrer dans leurs manifestations lumineuses, sans se confondre aucunement, tout comme on l'observe dans la Terre et les liquides conducteurs, en admettant toutefois que les courants se transmettent par ondulations ou vibrations, opinion combattue par celle qui consiste à considérer la Terre comme un réservoir commun. L'éxpérience du croisement des arcs montrerait en tous cas la possibilité des croisements de tous les courants dans le sol.

» 4° J'ai ensuite disposé les arcs voltaïques parallèlement l'un à l'autre et observé les effets par projection, si les deux courants passent dans le même sens, on remarque une légère attraction réciproque des auréoles, et, s'ils passent en sens contraires, on observe une répulsion.

» Ce qui prouve que l'électricité se conduit dans l'air de la même façon que dans les fils métalliques.

» J'ai voulu, comme M. Daniel, me rendre compte de ces effets divers de croisement et d'opposition de deux ou plusieurs courants dans les tubes Geissler, et voici comment je m'y suis pris : j'ai fait disposer un tube à air raréfié avec deux électrodes à chaque extrémité. Si l'on fait passer le courant d'une première bobine Ruhmkorff de a' en b', le tube s'éclaire comme on le sait; bleuâtre vers b' et tout rouge dans l'autre partie du tube.

» Si l'on fait alors passer de a en b, c'est-à-dire dans le même sens, le courant d'une seconde bobine, le tube s'éclaire beaucoup plus, nécessairement, et cela dans ses deux teintes bleuâtre et rouge.

» Si l'on fait passer le courant de b en a, en sens contraire du premier, le tube s'éclaire eneore très-sensiblement de la même quantité. Le même fait se produit si l'on croise les deux courants en leur faisant prendre les directions ab' et $a'b$.

» Ces effets sont tout à fait analogues à ceux que j'ai déjà constatés avec les courants voltaïques se croisant sous tous les angles dans le même milieu. Si l'on place un pareil tube sur le pôle d'un puissant aimant, on voit admirablement les deux courants se séparer quand ils marchent en sens opposé et se réunir, se rejeter ensemble vers la paroi du tube quand ils marchent dans le même sens.

» Si l'on fait ces expériences en se servant d'un seul électrode comme l'a fait M. Daniel, on obtient les mêmes phénomènes, mais moins lumineux, beaucoup moins apparents, surtout quand on a recours à l'aimant pour séparer les courants.

» On est porté à expliquer cette différence très-notable de manifestations par une différence capitale entre les phénomènes qui y donnent lieu. Dans le premier cas, les courants passent en sens contraires et se croisent, comme nous l'avons vu sur les arcs voltaïques; dans le second, ils ne passent pas *simultanément* dans le même fil, absolument comme les courants dynamiques n'ont pas pu le faire.

» Ils *se succèdent* avec la prodigieuse rapidité qui les anime et par le fait de la discontinuité, qui est l'essence des courants d'induction. L'impression persistant sur la rétine est comme l'expression d'un passage simultané.

» Il est possible, ainsi que le pense M. Jamin, que le miroir tournant de Foucault révèle la vérité à cet égard. Mais il est une expérience très-simple dans laquelle m'a guidé le célèbre physicien, et qui déjà serait de nature à indiquer de quel côté il faut se ranger.

» Que l'on prenne l'œuf de M. de la Rive, au moyen duquel ce savant physicien a si élégamment montré la rotation des courants par les aimants :

» 1° Si l'on y fait passer dans le même sens les deux courants de deux bobines Ruhmkorff, on voit l'arc lumineux s'enfler, augmenter d'éclat, et continuer sa rotation dans le même sens;

» 2° Si l'on fait passer ces deux courants en sens contraire, aussitôt l'arc s'amaigrit considérablement, ne reste plus qu'à l'état d'*un* ou de plusieurs petits filets lumineux réunis aux extrémités et vibrant à droite et à gauche de quelques degrés, mais ne *tournant* plus. N'y a-t-il pas lieu de penser que si les deux courants passaient simultanément, l'arc se partagerait en deux arcs tournant en sens contraire l'un de l'autre, et c'est ce qui n'a pas lieu : les courants se succèdent, l'arc est entraîné d'un côté de quelques degrés, mais *ramené* tout aussitôt de l'autre côté par les courants successifs et de sens opposé : c'est ce qui explique l'état oscillatoire de l'arc lumineux.

» J'ai fait ensuite disposer un tube en croix avec un électrode à chaque branche, et j'ai pu ainsi faire croiser deux courants différents de (a en b) et de (c en d). Cette expérience est très-curieuse et montre bien les deux courants se croisant, sans altération *bien sensible*, au centre de la croix.

» Dans ce cas, il n'y a aucune raison pour que le croisement n'ait pas lieu aussi facilement que dans le cas des *deux arcs voltaïques*.

» Si l'on prend un globe muni de huit électrodes situés dans le même plan et que l'on y attelle les huit pôles de quatre bobines Ruhmkorff, on voit tous les courants se croiser dans le même plan, chaque pôle allant rejoindre son pôle, et chacun d'eux conservant sa nuance caractéristique. Chose digne de remarque, c'est que l'éclat du tube ou du globe n'augmente pas quand on fait intervenir plus de deux bobines, du moins dans l'air et l'azote raréfiés.

» Je crois devoir signaler ici l'ombre qui se produit au centre de la croix dans certaines conditions respectives d'allure des deux machines d'induction, et encore l'*accélération manifeste* des vibrations de la colonne lumineuse *bo* quand on fait traverser la colonne entière *ab* par le courant *cd* de l'autre bobine : ce sont là des faits qu'il va devenir utile de sonder.

» Je termine cette Note par un dernier fait. Lorsque je fis passer les deux courants dans le même tube droit ou dans le tube en croix, je m'aperçus bientôt d'une grande irrégularité dans la marche des bobines, les marteaux s'arrêtaient parfois : j'en trouvai la cause dans la création des courants dérivés.

» Ainsi, si l'on fait passer un courant d'induction de *b* en *a*, un galvanomètre G à suspension de Ruhmkorff, placé dans un circuit de *c* en *d*, indique aussitôt un courant de 10 à 12 degrés, qui cesse presque complétement après quelques oscillations, et change de signe quand le courant de la bobine en change lui-même.

» L'air raréfié se charge dans tout le tube, et la décharge des deux électrodes *c* et *d* s'opère visiblement sur le galvanomètre. N'est-ce pas là un effet analogue à celui qui se produit sur les fils télégraphiques aériens chargés par une atmosphère électrisée? »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur latente de la glace, déduite des expériences de* Laplace *et* Lavoisier. Note de **M. E. Renou**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans la séance du 4 avril dernier, M. Jamin a présenté à l'Académie une Note dont le but est de prouver l'exactitude des expériences faites, il y a près d'un siècle, par Laplace et Lavoisier, pour déterminer la chaleur latente de la glace. Le nombre de 60 degrés R. trouvé par ces savants illustres ne différerait du nombre admis aujourd'hui, que parce qu'ils ont supposé constante la chaleur spécifique de l'eau entre les points de la glace fondante et de l'ébullition.

» La concordance montrée par M. Jamin est tout à fait fortuite.

» En effet, la méthode de Lavoisier suppose qu'il connaissait exactement la température de l'eau qu'il versait dans son calorimètre. Or les thermomètres de Lavoisier ne pouvaient être d'accord avec les nôtres, ainsi qu'il est aisé de le faire voir.

» Lorsqu'en 1783, Lavoisier voulut déterminer quelle était la température constante des caves de l'Observatoire de Paris, il commença par construire un thermomètre étalon, à mercure, avec un tube dont il vérifia le calibre avec soin. Il fixa le zéro à la température de la glace fondante, et le point 80 degrés en plongeant le réservoir du thermomètre dans un grand vase plein d'eau en ébullition, très-peu au-dessous de la surface du liquide et le maintenant dans une position presque horizontale, de manière que la tige y fût plongée à peu près entièrement. On obtient de cette manière des instruments qui donnent des températures trop basses, parce qu'on marque 80 degrés à un point où la température est réellement 81 degrés et 81°,5.

» Lavoisier construisit ensuite un thermomètre à très-longs degrés, celui-là même qui se trouve encore dans les caves de l'Observatoire, au point où il l'a placé, et le gradua par comparaison avec l'étalon dont nous venons de parler. Ce grand thermomètre marquait à l'origine 9°,06 dans les caves dont la température, à très-peu près constante, est, comme on sait, 11°,7 C. ou 9°,36 R.

» Le thermomètre de Lavoisier marquait donc 0°,3 R. trop bas vers 9 degrés, tandis qu'il n'aurait dû être en erreur que de 0°,1 environ, par suite de celle du point 80 degrés; mais Lavoisier ignorait le déplacement du zéro des thermomètres, et il paraît, quoiqu'il ne le dise pas positivement, qu'il avait déterminé le point de la glace fondante avant celui de l'ébullition. Le zéro de son thermomètre aura très-bien pu éprouver ainsi un déplacement de 0°,2 qui, ajouté à 0°,1, dû à l'autre cause déjà signalée, a produit une erreur en moins de 0°,3 R. Ce thermomètre marque aujourd'hui 0°,44 trop haut; il s'est donc déplacé de 0°,8, et il a fallu plus de cinquante ans pour que cet effet se produisît.

» Lavoisier, dans ses expériences, employait de l'eau à des températures comprises entre 70 et 79°,5 de son thermomètre, et en réalité plus élevées de 1 degré environ; une petite perte de chaleur pendant les manipulations aura compensé cette erreur, et voilà pourquoi ces expériences convenablement interprétées donnent aujourd'hui un résultat exact.

» On ne peut compter sur aucun nombre thermométrique de cette époque; les premiers instruments construits par Réaumur ou d'après ses

principes étaient si défectueux, qu'ils marquaient généralement 1 degré trop haut à 10 degrés, et 3 degrés aux températures maxima de l'été. Les thermomètres de Deluc, qui s'était donné tant de peine pour obtenir des instruments irréprochables, donnaient, à l'opposé de ceux de Lavoisier, des nombres trop élevés. Il fixe en effet la température du sang de l'homme à 29°,9 du thermomètre à mercure. Or, d'après un nombre considérable d'observations encore inédites, je trouve que cette température, qui varie notablement, est en moyenne de 36°,85 C. ou 29°,5 R.; le thermomètre de Deluc marquait donc 0°,4 trop haut à 30 degrés, ce qui peut provenir soit du déplacement de zéro, ignoré de Deluc et de ses contemporains, soit de ce que ce savant physicien tenait la tige du thermomètre hors de l'eau pendant la détermination du point d'ébullition, ce qui fait marquer 80 degrés en un point qui correspond en réalité à 78°,5 ou 79 degrés.

» Ces différences en sens inverse, dans des instruments construits par des hommes du plus haut mérite, n'étaient pas inconnues de leurs contemporains, puisque le quatrième des Cassini disait, en 1789 (*Journal de Physique*, t. XXXV, p. 191), que les thermomètres présentent des divergences telles, qu'il n'est pas à espérer qu'on puisse jamais les faire disparaître. Cette crainte, peu philosophique, ne s'est heureusement pas réalisée, et nous sommes arrivés, mais depuis peu d'années il est vrai, à avoir des thermomètres qui s'accordent jusqu'à 0°,02 dans toute l'étendue de l'échelle des températures qui intéresse la météorologie. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les notes fixes caractéristiques des diverses voyelles.* Note de **M. R. Kœnig**, présentée par M. Regnault.

« D'après les recherches de MM. Donders et Helmholtz, la bouche, disposée pour l'émission d'une voyelle, a une note de plus forte résonnance qui est fixe pour chaque voyelle, quelle que soit la note fondamentale sur laquelle on la donne. Un léger changement dans la prononciation modifie assez sensiblement les notes vocales pour que M. Helmholtz ait pu proposer aux linguistes de définir par ces notes les voyelles appartenant aux différents idiomes et dialectes. Il y a donc un grand intérêt à connaître exactement la hauteur de ces notes pour les différentes voyelles. M. Donders a cherché à y arriver par l'observation du frôlement ou sifflement que produit le courant d'air dans la bouche lorsqu'on donne les voyelles en chuchottant; les notes qu'il a trouvées diffèrent beaucoup de celles que donne M. Helmholtz. Ce dernier s'est servi d'une série de diapasons, qu'il faisait

vibrer devant la bouche disposée pour articuler une voyelle. Toutes les fois que le son était renforcé par l'air enfermé dans la cavité buccale, cette masse d'air était évidemment à l'unisson du diapason. Par ce procédé, plus exact que le premier, M. Helmholtz a trouvé que la voyelle A était caractérisée par la note fixe $(si^\flat)_4$, O par $(si^\flat)_3$, E par $(si^\flat)_5$, et ces résultats paraissent effectivement incontestables. Comme il ne disposait pas de diapasons assez aigus pour la voyelle I, M. Helmholtz a essayé d'en déterminer la note caractéristique par le moyen déjà employé par M. Donders, et il a trouvé le $ré_6$. Si l'on accorde un diapason pour cette note, on constate, en effet, qu'elle est renforcée pendant que la bouche passe de E à I; seulement, j'ai pu m'assurer que le renforcement a lieu avant que la bouche soit exactement disposée pour l'I. La véritable caractéristique de l'I devait donc être plus élevée. En construisant des diapasons de plus en plus aigus, je constatai que j'approchais de cette note; elle s'est trouvée, en définitive, être le $(si^\flat)_6$; avec des diapasons encore plus élevés, on sent de suite que la limite a été dépassée.

» Pour l'OU, M. Donders avait donné le fa_3. Cette note peut sans doute être renforcée par la bouche, mais c'est seulement en s'écartant très-peu de la position O, et l'on sent que la note de l'OU doit être beaucoup plus grave. Aussi M. Helmholtz assigne-t-il à l'OU le fa_2. Toutefois, un diapason fa_2 ne résonne pas devant la bouche disposée pour l'OU, ce que M. Helmholtz explique par la petitesse de l'ouverture de la bouche; mais il m'avait semblé que cette petitesse de l'ouverture, tout en rendant impossible un renforcement très-énergique, devait pourtant encore permettre une augmentation de l'intensité du son assez appréciable. Ayant d'ailleurs constaté les rapports simples qui existent entre les notes des voyelles O, A, E, I, échelonnées par octaves, j'ai pensé que cette loi s'étendrait à la voyelle OU. J'ai vérifié cette hypothèse d'une manière minutieuse, à l'aide d'un diapason dont je pouvais faire varier la hauteur par des curseurs; j'ai pu ainsi m'assurer que la note caractéristique de l'OU (tel que je le prononce ordinairement) était réellement le $(si^\flat)_2$, car le maximum de résonnance avait toujours lieu entre 440 et 460 vibrations simples.

» Pour la prononciation des Allemands du Nord (à laquelle se rapportent aussi les expériences de M. Helmholtz), les voyelles sont donc caractérisées comme il suit :

OU	O	A	E	I
$(si^\flat)_2$	$(si^\flat)_3$	$(si^\flat)_4$	$(si^\flat)_5$	$(si^\flat)_6$

soit, en nombres ronds de vibrations simples, 450, 900, 1800, 3600, 7200.

» Il me paraît plus que probable qu'il faut chercher dans la simplicité de ces rapports la cause physiologique qui fait que nous retrouvons toujours à peu près les mêmes cinq voyelles dans les différentes langues, quoique la voix humaine en puisse produire un nombre indéfini, comme les rapports simples entre les nombres de vibrations expliquent l'existence des mêmes intervalles musicaux chez la plupart des peuples.

» J'avais obtenu ces résultats depuis un certain temps, mais je désirais les faire vérifier par plusieurs physiologistes éminents, dont l'approbation m'encourage aujourd'hui à les publier. »

PHYSIQUE. — *Sur la formation des gouttes liquides.* Note de **M. Duclaux**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire dans lequel j'étudie et j'utilise le phénomène de la formation des gouttes liquides à l'extrémité d'un tube. Je me sers pour cela d'un compte-gouttes volumétrique, construit sur le même principe que le compte-gouttes Salleron, et muni comme lui d'un orifice tel que les 5 centimètres cubes d'eau qui le remplissent donnent, en s'écoulant, 100 gouttes à la température de 15 degrés. Si, au lieu d'eau, on fait écouler des solutions alcooliques à des degrés divers, M. Salleron et M. Tate ont montré que les gouttes en étaient d'autant plus petites qu'elles étaient plus concentrées. Je fais voir que ce phénomène se produit avec une telle régularité qu'il peut servir de base à un procédé qui permet de trouver le titre alcoolique d'un liquide en comptant le nombre des gouttes qu'il fournit dans son écoulement. Je tire des tables que j'ai dressées, le tableau suivant qui se rapporte à la température de 15 degrés :

	Gouttes.		Gouttes.
Eau distillée...........	100	Alcool à 6 degrés......	131
Alcool à 0,25 p. 100...	102	» 7 »	134
» 0,5 »	103,5	» 8 »	137,5
» 0,75 »	105,5	» 9 »	141,5
» 1 degrés......	107	» 10 »	145
» 2 »	113	» 11 »	148,5
» 3 »	118	» 12 »	151,5
» 4 »	123	» 13 »	154,5
» 5 »	127	» 14 »	157

» On voit que la sensibilité de ce procédé est maximum pour les alcools de degrés très-faibles, et comme l'appareil de mesure permet d'opérer sur

un volume très-restreint de liquide, on peut arriver à déceler sûrement par son emploi 3 millimètres cubes d'alcool, que des distillations successives permettent de retirer facilement d'un volume d'eau que j'ai reconnu pouvoir être sept cent cinquante mille fois plus grand.

» Cet appareil permet, en outre, de montrer expérimentalement que, dans la formation des gouttes, les phénomènes de cohésion n'ont qu'une action très-restreinte. Si, en effet, au lieu de faire écouler de l'eau à l'air libre, on la fait écouler en présence de la vapeur d'alcool, on constate que le nombre de gouttes qu'elle fournit augmente très-sensiblement, et peut passer de 100 à 110,5, ce qui indiquerait, d'après le tableau précédent, qu'il s'est dissous 1,5 pour 100 d'alcool. Or, si on reprend le liquide étudié, et si on le fait écouler de nouveau, on constate qu'il ne renferme qu'une proportion insensible d'alcool, et qu'ainsi la concentration trouvée par la première expérience n'existait que dans une couche superficielle très-mince dans laquelle, par suite, réside la force qui limite le poids de la goutte. Celle-ci se forme donc à l'intérieur d'un petit sac élastique dont la pression lui donne sa forme, et dont la rupture suivant une circonférence provoque sa chute. Aussi, M. Tate a-t-il montré que, dans de certaines limites, les poids des gouttes sont proportionnels non pas à la section, mais au diamètre des tubes qui les supportent.

» Il résulte de cette expérience et de son étude théorique que les poids des gouttes de divers liquides, formées à l'extrémité d'un tube de dimensions convenables, peuvent servir à mesurer les résistances à la rupture des couches qui les limitent. Ces résistances sont proportionnelles à ce que M. Dupré appelle les *tensions superficielles des liquides*, c'est-à-dire à ces forces dont il a, le premier, démontré l'existence au double point de vue théorique et expérimental.

» J'étudie ensuite, comme exemple de l'intérêt que présente la connaissance de ces tensions superficielles, et parmi les phénomènes nombreux dans lesquels elles interviennent, les phénomènes d'émulsion, dont la stabilité est liée directement à l'égalité de tension superficielle des liquides qui les produisent. Si, en même temps, ces liquides sont de densités assez voisines pour n'avoir pas grande tendance à se séparer en deux couches, la persistance de l'émulsion est beaucoup augmentée, et l'on peut dire que deux liquides peuvent entrer facilement en émulsion lorsque, à l'appareil décrit plus haut, ils fournissent des gouttes de même poids et de même volume.

» En l'absence de ces deux conditions, toutefois deux autres interviennent,

qui, toutes deux, lorsqu'elles sont remplies, augmentent la durée du phénomène : la première est la viscosité de l'un des liquides, c'est-à-dire la résistance qu'il oppose au mouvement des fins globules de l'autre; la seconde est la propriété qu'il possède à un degré plus ou moins grand de se gonfler en bulles, ou de donner de la mousse persistante après agitation.

» Tous les liquides émulsifs réalisent, dans des proportions diverses, les quatre conditions précédentes, dont les deux plus importantes sont l'égalité de tension superficielle et la propriété de mousser par l'agitation. L'eau de savon et, en général, tous les liquides employés au nettoyage les possèdent très-largement développées, ce qui amène à croire que ce nettoyage se borne, dans la plupart des cas, à faire entrer les matières grasses en émulsion, sans leur faire subir de transformation chimique. Le mode d'action reste le même quand on se sert de dissolutions de carbonates alcalins, et si, à l'origine, avec elles, il y a saponification, c'est ensuite le savon formé qui agit.

» Appliquant enfin ces résultats à l'étude de divers liquides de l'organisme, je fais voir que le plus actif est le suc pancréatique, qui se rapproche le plus des liquides savonneux; viennent ensuite le lait et la bile. Dans les œufs, le blanc et le jaune sont émulsifs, mais à des titres divers : le blanc, parce que, en se dissolvant dans l'eau, il donne des liquides mousseux ; le jaune, parce qu'il a une tension superficielle voisine de celle des corps gras, et c'est cette différence qui fait que le blanc et le jaune se mélangent très-difficilement l'un à l'autre. »

CHIMIE. — *Recherches thermiques relatives à l'acide iodique*. Note de **M. A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville (1).

« Dans une Communication récente j'ai fait connaître quelques-unes des propriétés chimiques de l'acide iodique, et signalé en particulier son action sur le phosphore rouge comme pouvant fournir un moyen de déterminer la chaleur de combustion de l'iode. Je présente ici le résumé et les résultats de recherches relatives à cette chaleur de combustion, à la chaleur de dissolution de l'acide iodique, ainsi qu'à sa chaleur de contraction.

» Ces déterminations ont été faites avec le calorimètre à mercure de MM. Favre et Silbermann, en opérant de la manière suivante :

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» I. *Chaleur de combustion de l'iode.* — J'ai commencé par déterminer la quantité d'acide iodique anhydre, nécessaire pour transformer entièrement en acide phosphorique un poids donné P de phosphore rouge, et j'y ai ajouté un poids p' d'acide iodique tel qu'en dissolvant $p + p'$ dans une quantité d'eau déterminée on eût une liqueur d'un degré connu de concentration. En faisant varier p' on obtient des dissolutions renfermant des quantités variables d'acide iodique, et le phosphore peut être ainsi mis en contact avec des solutions plus ou moins étendues. Le phénomène calorifique qui accompagne la réaction doit, toute correction faite, être constant pour un même poids de phosphore employé, et ne dépendre en rien de la concentration de la liqueur, c'est-à-dire de l'acide iodique qui reste inattaqué. Les dissolutions qui m'ont paru convenir le mieux aux déterminations calorimétriques contiennent de 5 à 8 pour 100 de leur poids d'acide iodique anhydre.

» Pour faire une expérience on prend, par exemple, 250 milligrammes de phosphore rouge, qui exigent, pour se transformer totalement en acide phosphorique, $1^{gr},347$ d'acide iodique anhydre auquel on ajoute une nouvelle quantité d'acide pesant $1^{gr},653$. On a ainsi 3 grammes que l'on dissout dans 60 centimètres cubes d'eau, ce qui donne une dissolution renfermant 5 pour 100 d'acide iodique anhydre.

» On place ces 60 centimètres cubes de dissolution dans un des moufles du calorimètre. Soient alors m la marche uniforme du mercure, quantité exprimée en divisions et fractions de division de la tige, dont la colonne avance ou recule en l'unité de temps, T l'instant auquel on commence la réaction, et n la position du mercure dans la tige. On ajoute le phosphore, l'oxydation a lieu, et quand elle est terminée, on note la division n' qui correspond au ménisque, le temps T′ et la marche m' devenue de nouveau uniforme; a représentant en calories la valeur d'une division de l'échelle, la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par la réaction est

$$Q = \left[(n' - n) - \frac{m + m'}{2}(T' - T)\right] a.$$

Or, pour se transformer en acide phosphorique dissous, $0^{gr},250$ de phosphore rouge dégagent une quantité A de chaleur déterminée par les expériences de M. Favre et décomposent $1^{gr},347$ d'acide iodique anhydre, qui, lorsqu'ils se séparent en leurs éléments, absorbent X calories. De plus cet acide iodique, en se dissolvant dans de l'eau contenant déjà l'acide iodique qui reste inattaqué, a absorbé une quantité q de chaleur qu'il restitue en

se décomposant, et par suite la chaleur observée Q comprend la chaleur A dégagée par la formation de l'acide phosphorique dissous, augmentée de celle q que l'acide iodique dissous abandonne en devenant anhydre, et diminuée de celle X que l'acide iodique anhydre absorbe en se décomposant :

$$Q = A + q - X \quad \text{ou} \quad X = Q - A - q.$$

Q résulte de l'observation du calorimètre, A est donné par les expériences de M. Favre : reste à déterminer q.

» On y arrive en plaçant dans un des moufles du calorimètre 60 centimètres cubes d'eau, contenant $1^{gr},653$ d'acide anhydre, puis on observe à l'instant T_1 la marche uniforme m_1 et la position n_1 du mercure; on ajoute alors $1^{gr},347$ d'acide anhydre, et quand la marche m'_1 de la colonne est devenue de nouveau uniforme, on note sa position n'_1 et l'instant T'_1. La chaleur q absorbée par la dissolution de $1^{gr},347$ d'acide anhydre dans 60 centimètres cubes d'eau en renfermant déjà $1^{gr},653$, est représentée par

$$q = \left[(n'_1 - n_1) - \frac{m_1 + m'_1}{2}(T'_1 - T_1)\right] a.$$

» En opérant avec une dissolution contenant 5 pour 100 d'acide anhydre, et 0,250 de phosphore, les résultats sont les suivants :

	Q	A	q	X
	c	c	c	c
1.	+ 1329,35	+ 1461,50	— 0,68	+ 132,83
2.	+ 1331,75	+ 1461,50	— 1,37	+ 131,12
3.	+ 1335,17	+ 1461,50	— 0,70	+ 127,24
4.	+ 1335,16	+ 1461,50	— 0,90	+ 127,23

X représente la chaleur dégagée par la formation de $1^{gr},347$ d'acide iodique anhydre, q la quantité absorbée par la dissolution de $1^{gr},347$ d'acide anhydre dans 60 centimètres cubes d'eau en contenant déjà $1^{gr},653$, A la chaleur dégagée par l'oxydation de $0^{gr},250$ de phosphore rouge, nombre déduit des expériences de M. Favre (1) et Q la chaleur observée.

» La quatrième expérience a été faite avec une liqueur renfermant 6,6 pour 100 d'acide anhydre, q correspond alors à la dissolution de 1,247 d'acide anhydre dans 60 centimètres cubes d'eau en contenant déjà $2^{gr},653$.

» Les nombres qui précèdent donnent des valeurs de X exactes, si l'on

---

(1) D'après M. Favre, 1 équivalent de phosphore rouge dégage, pour se transformer en acide phosphorique dissous, 181 230 calories. (*Journal de Chimie et de Pharmacie*, 3e série, t. XXIV.)

a tenu compte de toutes les causes d'erreur. Or l'acide iodique qui reste inattaqué est dissous avant la réaction dans l'eau pure, après dans de l'eau renfermant l'acide phosphorique qui provient du phosphore oxydé, c'est-à-dire $0^{gr},572$ d'acide anhydre pour 60 centimètres cubes d'eau. Il se peut que le phénomène calorifique qui accompagne la dissolution soit différent dans les deux cas, et rende, par suite, nécessaire une correction nouvelle.

» Or si l'on place dans un des moufles du calorimètre 60 centimètres cubes d'eau, et dans un autre 60 centimètres cubes d'une solution titrée d'acide phosphorique, contenant $0^{gr},572$ d'acide anhydre par 60 centimètres cubes, en dissolvant successivement, dans les deux moufles, le poids p' d'acide iodique qui, dans les expériences précédentes, reste inattaqué, on aura, comme plus haut, la quantité

$$q_1 = \left[(n' - n) - \frac{m + m'}{2}(\mathrm{T'} - \mathrm{T})\right] a$$

de chaleur absorbée par la dissolution de p' dans 60 centimètres cubes d'eau, et la quantité

$$q_2 = \left[(n'_1 - n_1) - \frac{m_1 + m'_1}{2}(\mathrm{T'_1} - \mathrm{T_1})\right] a$$

de chaleur absorbée par la dissolution de p' dans 60 centimètres cubes de la dissolution d'acide phosphorique; la différence $q_2 - q_1 = q'$ devra être ajoutée à la valeur de X ou retranchée, selon qu'elle sera négative ou positive. En prenant $p' = 1^{gr},653$, ce qui correspond à la dissolution à 5 pour 100 d'acide anhydre, ou $p' = 2^{gr},653$, ce qui convient à la solution à 6,6 pour 100, on trouve

p'.	q_1.	q_2.	q'.
	c	c	
1,653	— 10,94	— 2,73	+ 8,21
1,653	— 13,80	— 2,44	+11,34
1,653	— 11,29	»	»
1,653	— 13,34	— 2,72	+10,62
2,653	— 14,70	— 4,79	+ 9,91.

» La valeur moyenne de q' est donc avec la dissolution à 5 pour 100 $q' = 10^{c},55$, et comme la moyenne des valeurs de X précédemment trouvées dans ces circonstances, est $X = 130^{c},40$, on a pour la chaleur dégagée par la formation de $1^{gr},347$ d'acide iodique anhydre $119^{c},85$.

» Avec la dissolution à 6,6 pour 100 :

$$q' = 9^{c},91, \quad X = 127^{c},23, \quad \text{ce qui fait} \quad 117^{c},32.$$

» La moyenne de ces nombres donne pour la chaleur de combustion de l'iode :

Par équivalent.....	13960	calories.
Par gramme.......	110	»

» II. *Chaleur de dissolution de l'acide iodique.* — L'acide iodique, en se dissolvant dans l'eau, absorbe des quantités de chaleur différentes suivant qu'il est anhydre ou hydraté. Pour comparer ces quantités de chaleur, j'ai opéré sur des liqueurs assez diluées pour ne donner naissance à aucun phénomène calorifique sensible, quand on les étend davantage. Il suffit pour cela d'opérer avec des dissolutions contenant 5 pour 100 de leur poids d'acide anhydre.

» Je dissous donc successivement, dans 60 centimètres cubes d'eau, 3 grammes d'acide anhydre et le poids équivalent, 3gr,161, d'acide hydraté; les quantités de chaleur absorbées dans les deux cas sont :

	Q_1.	Q_2.	Q.
1.	— 17,10 c	— 43,09 c	— 25,99 c
2.	— 16,41	— 37,28	— 20,87
3.	— 17,78	— 40,35	— 22,57

Q_1 est la chaleur absorbée par l'acide anhydre, Q_2 par l'acide hydraté, Q est la différence $Q_2 - Q_1$. Ces nombres donnent comme valeur moyenne de la chaleur absorbée par la dissolution de l'acide iodique :

Chaleur absorbée.	Acide anhydre (Q_1).	Acide hydraté (Q_2).	Différence (Q).
Par équivalent....	—951,23 c	—2240,48 c	—1289,25 c
Par gramme......	— 5,69	— 12,73	— 7,04

» Ces résultats représentent le phénomène calorifique qui accompagne la dissolution de l'acide iodique, en admettant que, lors de cette dissolution, il n'y a ni contraction ni dilatation. Or la densité moyenne d'une solution contenant 5 pour 100 d'acide anhydre est 1,040, sa densité réelle 1,0415 ; la différence rentre dans la limite des erreurs d'observation.

» III. *Chaleur de contraction de l'acide iodique hydraté.* — La chaleur absorbée par l'acide iodique anhydre, en se dissolvant dans une certaine quantité d'eau, est, d'après ce qui précède, supérieure à celle que l'acide anhydre absorbe dans les mêmes circonstances; il doit donc y avoir contraction lors de la combinaison de l'acide iodique anhydre avec l'eau, et la chaleur de contraction est, d'après M. H. Sainte-Claire Deville (1), re-

(1) Leçon professée devant la Société Chimique le 18 mars 1864.

présentée par

$$Q = \left(\frac{D}{D_1} - 1\right)\frac{C}{K}.$$

» Or

La densité D de l'acide hydraté à zéro est	4,869
Celle de l'acide anhydre à zéro	5,037
La densité moyenne D' de l'acide hydraté est donc	4,830
Et la contraction de l'acide hydraté	0,00828
Son coefficient de dilatation K est	0,000224
Et sa chaleur spécifique C (1)	0,1625

ce qui donne pour la chaleur de contraction :

Par équivalent	1135^c,72
Par gramme	6^c,45

» Nous connaissons maintenant la quantité de chaleur absorbée par l'acide hydraté en sus de l'acide anhydre, quand il se dissout dans les mêmes conditions, et la chaleur de contraction de l'acide hydraté. Or le premier nombre se compose de la chaleur dégagée par la contraction, et de celle que dégage la combinaison de l'acide anhydre avec l'eau. Cette dernière quantité de chaleur dégagée par la combinaison seule est donc la différence des deux autres, ce qui donne pour sa valeur :

Par équivalent	153^c,5
Par gramme	0^c,6

» Tels sont les principaux résultats calorifiques relatifs à l'acide iodique, et qu'on peut résumer dans le tableau suivant :

	Par équivalent.	Par gramme.
Chaleur de combustion de l'iode en se transformant en acide iodique anhydre	+13960^c,00	+110^c,00
Chaleur de dissolution de l'acide iodique anhydre	— 951,23	— 5,7
Chaleur de dissolution de l'acide iodique hydraté	— 2240,48	— 12,7
Chaleur de contraction de l'acide iodique hydraté	+ 1135,73	+ 6,45
Chaleur de combinaison de l'acide iodique anhydre avec l'eau	+ 153,52	+ 0,6 »

(1) J'indiquerai dans un Mémoire plus détaillé la méthode employée pour déterminer cette chaleur spécifique, ainsi que les nombres intermédiaires qui m'ont conduit au résultat 0,1625.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches thermiques sur les états du soufre.* Note de M. **Berthelot**, présentée par M. Balard.

« 1. Le soufre dissous dans le sulfure de carbone, sous l'influence de la lumière solaire, donne naissance à du soufre insoluble : cette découverte intéressante a été faite récemment par M. Lallemand. Je l'ai vérifiée ; j'ai reconnu que la lumière électrique, concentrée par un miroir, produit le même effet. On peut encore fondre du soufre à une température inférieure à 130 degrés, puis le laisser se solidifier lentement en l'exposant au soleil ; après cristallisation, la surface du soufre est recouverte d'une pellicule de soufre insoluble. En opérant à l'ombre, la transformation n'a pas lieu. Cependant on peut empêcher la formation du soufre insoluble dans la dissolution sulfocarbonique, en saturant à l'avance le liquide avec un corps qui a la propriété de déterminer le changement inverse, tel que l'hydrogène sulfuré. Le sulfure de carbone, chargé de soufre et d'hydrogène sulfuré, et introduit dans un tube scellé à lampe, peut être exposé au soleil indéfiniment, sans déposer de soufre insoluble. L'expérience ne réussit complétement que si l'air a été soigneusement exclu ; sinon il se produit d'abord un léger dépôt, dû à quelque réaction oxydante ; puis la liqueur éclaircie se conserve indéfiniment.

» Dans tous les cas, la formation photogénique du soufre insoluble exige la dissolution ou la fusion préalable du soufre ; car le soufre octaédrique exposé au soleil n'éprouve pas le plus léger changement.

» 2. J'ai entrepris quelques recherches sur le mécanisme thermochimique de ces transformations. Il s'agit de savoir si la formation du soufre insoluble sous l'influence de la lumière répond à une absorption de chaleur, c'est-à-dire à un certain travail effectué par la lumière ; ou bien si cette même formation répond à un dégagement de chaleur, auquel cas la lumière jouerait seulement le rôle d'un agent propre à déterminer la réaction. Cette réaction, en un mot, est-elle endothermique ou exothermique ?

» Pour répondre à cette question, il faut déterminer les quantités de chaleur mises en jeu :

» 1° Dans la dissolution du soufre octaédrique ;

» 2° Dans sa fusion ;

» 3° Dans la transformation du soufre octaédrique en soufre insoluble.

» 3. *Chaleur de dissolution du soufre octaédrique.* — J'ai trouvé que la dissolution de 1 gramme de soufre, dans le sulfure de carbone, absorbe

$12^{cal},8$ (moyenne de dix déterminations, qui ne se sont pas écartées de la moyenne de plus de 1 calorie). Cette quantité est un peu plus faible lorsque le soufre est employé en grande quantité, par exemple lorsqu'il forme le quart du poids du dissolvant; mais la différence est trop petite pour y insister, car elle n'excède pas 1 calorie.

» 4. *Chaleur de fusion du soufre octaédrique.* — M. Person a trouvé, pour 1 gramme de soufre. . . . . $9^{cal},4$

» 5. *Transformation du soufre octaédrique en soufre insoluble.* — J'ai cherché à déterminer une quantité de chaleur égale, celle qui est mise en jeu dans la transformation inverse. Vers 112 degrés, les divers soufres insolubles se changent en soufre ordinaire, avec un dégagement de chaleur capable de ramollir la masse et de la fondre partiellement : ce fait est établi par mes anciennes expériences (1). Il en résulte que, vers la température de la fusion du soufre, la chaleur de transformation du soufre insoluble doit être voisine de la chaleur de fusion, mais un peu inférieure. Cependant ce résultat n'est pas applicable aux transformations opérées à la température ordinaire.

» Pour transformer à froid le soufre insoluble, il suffit de le mettre en contact avec une dissolution d'hydrogène sulfuré : le soufre se mouille peu à peu, blanchit et tombe au fond de la liqueur, en prenant un aspect floconneux; 1 partie d'hydrogène sulfuré transforme ainsi 20 à 30 parties de soufre, et même bien davantage. Le soufre est alors devenu complétement soluble dans le sulfure de carbone, dont l'évaporation reproduit du soufre octaédrique. Il est facile de vérifier que l'action de l'hydrogène sulfuré sur le soufre insoluble donne lieu à un léger dégagement de chaleur : mais l'action est trop lente pour se prêter à des mesures précises.

» On peut la rendre assez prompte pour qu'elle soit terminée au bout de trente à quarante minutes, en ajoutant à l'avance un dixième d'alcool à la solution d'hydrogène sulfuré. Par suite de cette addition, le soufre insoluble est mouillé tout d'abord, ce qui accélère le changement. Aucun autre changement chimique ne se produit d'ailleurs, comme je l'ai vérifié en comparant le poids du soufre dissous par le sulfure de carbone à la fin de l'expérience avec celui du soufre insoluble employé au début.

» J'ai opéré la transformation du soufre insoluble (extrait de la fleur de soufre) dans un calorimètre de verre mince, contenant 500 grammes de liqueur hydrosulfurée et 21 grammes de soufre insoluble. Le calori-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 213.

mètre était placé dans une double enceinte et entouré d'eau. Les substances employées avaient été amenées d'avance à des températures qui ne différaient entre elles et de celle de l'enceinte d'eau que de 3 à 4 centièmes de degré : précautions indispensables toutes les fois qu'il s'agit de mesurer des quantités de chaleur très-petites et qui ne se dégagent que peu à peu. Le maximum a été atteint au bout de trente-cinq minutes : il répondait à une élévation de 0°,096. La correction du refroidissement s'élevait à $\frac{1}{11}$ environ de cette valeur; elle a été déterminée empiriquement par une épreuve ultérieure, faite sur le mélange lui-même quelques heures après, dans des conditions identiques. Ce refroidissement était si lent, que la température a baissé seulement de 1 quarantième de degré en trois heures et demie. Je crois utile de donner ces détails, à cause de l'extrême délicatesse de semblables déterminations. Tous calculs faits, le changement du soufre insoluble a dégagé, vers 18°,5, pour 1 gramme . . . $+2^{cal},7$.

» Mais le soufre obtenu était-il identique avec le soufre octaédrique? Pour m'en assurer, j'ai introduit du sulfure de carbone dans le calorimètre, aussitôt après la transformation et sans séparer le soufre de la liqueur : j'ai déterminé la chaleur de dissolution. J'ai ainsi trouvé pour 1 gramme de soufre transformé. . . . . $-15^{cal},4$.

» Ce nombre l'emporte d'un quart environ sur la chaleur de dissolution du soufre octaèdrique. Cet excès s'est retrouvé constamment, et même avec une valeur plus grande, dans cinq déterminations : je donne ici celle qui m'inspire le plus de confiance. La différence entre les chaleurs de dissolution n'est pas due à une action préalable, telle que l'imbibition du soufre, ou à quelque réaction propre de la solution hydrosulfurée précédente. En effet j'ai déterminé, à deux reprises, la chaleur de dissolution du soufre octaédrique par le sulfure de carbone, en présence d'une dissolution hydrosulfurée identique, et j'ai trouvé pour 1 gramme de soufre . . $-12^{cal},7$, chiffre identique à . . . . $-12^{cal},8$, trouvé avec le soufre octaédrique et le sulfure de carbone seul.

» Il résulte de ces faits que le soufre soluble obtenu par la transformation du soufre insoluble au contact de l'hydrogène sulfuré n'est pas identique avec le soufre octaédrique, circonstance qui n'a rien de surprenant pour quiconque aura vu l'aspect blanchâtre et floconneux du soufre transformé. Examiné au microscope, ce soufre conserve l'aspect utriculaire du soufre insoluble qui lui a donné naissance. Au bout de quelques heures, les utricules commencent à se hérisser de pointes cristallines, qui augmentent sans cesse. Toute la masse est changée en cristaux après quelques semaines.

J'ai trouvé alors pour la chaleur de dissolution. . . . . — $13^{cal},1$,
c'est-à-dire le même nombre sensiblement que pour le soufre octaédrique. Ainsi le soufre transformé au contact de l'hydrogène sulfuré présente un état particulier, distinct du soufre octaédrique. Je désignerai cet état sous le nom de *soufre amorphe soluble*.

» Ce soufre, une fois dissous par le sulfure de carbone, ne peut plus en être séparé que sous la forme octaédrique. En admettant l'identité des dissolutions, on trouve que *le changement du soufre amorphe soluble en soufre octaédrique* répondrait à une absorption de . . . . — $2^{cal},6$,
sensiblement égale, mais de signe contraire, à la chaleur dégagée lors du *changement du soufre insoluble en soufre amorphe soluble* (+ $2^{cal},7$).

» Il en résulte que le *changement du soufre insoluble en soufre octaédrique*, à la température de 18°,5, *répond à un phénomène thermique nul*, ou sensiblement.

» La chaleur mise en jeu dans ce changement va donc en diminuant, depuis 112 degrés jusqu'à la température ordinaire; ce qui implique une chaleur spécifique du soufre insoluble un peu supérieure à celle du soufre octaédrique.

» Rappelons encore que le *changement du soufre prismatique en soufre octaédrique* dégage, d'après Mitscherlich, une quantité de chaleur très-voisine des précédentes (+ $2^{cal},3$). En passant du soufre prismatique au soufre amorphe soluble, il y aurait donc un dégagement de 5 calories environ.

» 6. Il est maintenant facile de répondre aux questions posées au début de ce Mémoire.

» 1° La transformation du soufre octaédrique dissous en soufre insoluble, sous l'influence directe de la lumière solaire, est accompagnée par un dégagement de chaleur, soit. . . . . + $12^{cal},8$ par gramme;

» 2° La transformation du soufre ordinaire, simplement fondu, en soufre insoluble est également accompagnée par un dégagement de chaleur. Ce changement n'a pas lieu dans les conditions ordinaires; mais il a lieu, comme je l'ai montré plus haut, sous l'influence de la lumière solaire. Il a lieu également, d'après mes anciennes expériences (1), lorsque le soufre fondu se solidifie au contact de l'acide sulfureux ou de l'acide nitrique.

» Dans la transformation du soufre, comme dans la plupart des réactions où elle intervient, la lumière joue donc simplement le rôle d'agent excitateur; mais ce n'est pas elle qui effectue le travail proprement dit de la transformation. »

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. I, p. 392.

PHYSIOLOGIE. — *De la loi des rotations du globe oculaire dans les mouvements associés des yeux.* Note de **M. Giraud-Teulon**, présentée par M. Ch. Robin.

« La mécanique physiologique des mouvements oculaires paraissait fixée, depuis 1847, par la découverte des lois aussi précises qu'élégantes établies par Donders. Ce physiologiste éminent les avait fondées avec la logique apparente la plus inattaquable, sur l'observation des inclinaisons éprouvées par les images persistantes laissées sur la rétine, lors des mouvements directs et obliques du regard associé. Elles se résumaient en ces deux grands faits expérimentaux :

» I. Lors des mouvements des deux yeux en parallélisme s'exécutant dans les plans cardinaux, horizontaux ou verticaux, les méridiens *primaires* des yeux (on désigne sous ce nom ceux qui, lors du regard direct à l'horizon, sont déterminés par les deux plans horizontal et vertical médian), ces méridiens, disons-nous, conservent, pendant tout le mouvement, leur horizontalité ou leur verticalité.

» II. Dans les mouvements diagonaux ou obliques du regard, ces deux méridiens, demeurant, dans les deux yeux, toujours respectivement parallèles, s'inclinent, au contraire, sur la verticale ou l'horizontale, d'un certain angle qui ne dépend que des coordonnées de la direction du regard (longitude et latitude); en d'autres termes, de son obliquité et de sa hauteur.

» Le sens de cette inclinaison porte l'extrémité du méridien primaire vertical la plus voisine de la direction du point de mire, du côté de ce même point de mire.

» A la lumière jetée par ces mémorables expériences sur la mécanique oculaire, l'action de chacun des moteurs de l'œil a reçu son affectation avec la plus saisissante clarté, et les problèmes pathologiques posés par les paralysies musculaires se sont vus élucidés avec la même netteté.

» Un ouvrage récemment publié, et dont la puissante et légitime autorité n'a pas besoin d'être rappelée dans cette enceinte, l'*Optique physiologique* de M. Helmholtz, fait de ces mêmes lois une exposition qui, sous une apparente adhésion, les renverse, au moins en partie.

» En parfait accord, semblerait-il, avec l'éminent physiologiste d'Utrecht, l'illustre professeur de Heidelberg tire des mêmes expériences une conclusion absolument opposée à celle du premier observateur. Pour lui, l'inclinaison observée dans les méridiens primaires, lors des mouvements diagonaux, aurait lieu, pour le méridien vertical ou sagittal, dans le sens indiqué

par M. Donders, mais le méridien primaire horizontal éprouverait, dans le même temps, *une inclinaison contraire*. De telle sorte que, lors d'une même direction oblique du regard, l'angle dièdre des deux méridiens primaires, angle que l'on devait supposer constant et droit, et qui reste tel dans les lois de Donders, deviendrait obtus d'un côté du plan vertical, aigu de l'autre côté.

» Les belles lois de Donders ne pouvaient plus, en réalité, subsister, accompagnées de la *restriction* de M. Helmholtz. Aussi l'auteur de l'*Optique physiologique* énonce-t-il, en parallèle, un nouveau principe posé par Listing, et déduit du correctif même apporté dans le résultat des expériences d'Utrecht.

« Puisque, dit Listing, lors du regard oblique, les méridiens primaires » s'inclinent en sens contraire l'un de l'autre, c'est qu'il existe une certaine » direction intermédiaire pour laquelle les méridiens ne s'inclinent point; » et cette direction intermédiaire, c'est celle-même que suit le regard. » M. Helmholtz conclut donc, avec Listing, que, dans les directions obliques, la rotation de l'œil s'exerce autour d'un axe fixe dont la direction est perpendiculaire à la ligne de regard, dans ses deux positions initiale et terminale.

» Ce principe a reçu le nom de *loi des rotations de Listing*, et nous ajouterons que les expériences instituées par MM. Helmholtz et Listing semblent la justifier et ne sont pas contredites. Les images rétiniennes persistantes paraissent, en effet, demeurer sans inclinaison sensible, dans les méridiens intermédiaires définis par Listing.

» Ainsi donc, conflit absolu entre les lois de Donders et celle de Listing. Si, pour tous les deux, les mouvements de l'œil ont lieu incontestablement, lors des directions cardinales, autour d'axes fixes de rotation, dans les directions obliques il n'en est plus de même. Suivant Donders, l'axe varie avec le mouvement, suivant Listing il demeure encore fixe et tel que nous venons de le définir. Et l'indécision pouvait durer longtemps, car les deux systèmes reposent sur les mêmes expériences, également acceptées des deux parts.

» Il importait cependant autant à la physiologie qu'à la pathologie qu'un tel dissentiment, dissimulé sous un accord décevant, reçût sa solution.

» Si nous ne nous trompons, ce conflit prend uniquement sa source dans un certain vice fondamental des expériences instituées. Toutes ces images accidentelles ou persistantes, dont l'observation a dicté ces lois contraires, ont été étudiées par projection sur une tenture verticale posée en

face des expérimentateurs. Or ces projections ne sont des projections géométriques que pour la position initiale de l'expérience. Dans les mouvements obliques du regard, — la tête de l'observateur demeurant fixe et parallèle au plan de la tenture, — lesdites projections deviennent de simples intersections planes obliques; et si, dans ces coupes faites par un plan *vertical* (celui de la tenture), les traces *verticales* conservent naturellement leur signification, il n'en est plus de même des traces horizontales ou inclinées.

» Pour obtenir des relations exactes, une fidèle reproduction des modifications angulaires dont étaient susceptibles les inclinaisons absolues ou relatives des méridiens primaires, il eût fallu employer un système de projections constamment orthogonales.

» Or les mêmes expériences, répétées par nous, dans ce système, sur une tenture demeurant perpendiculaire à la direction du regard, tant dans sa position terminale que dans sa position initiale, démontrent immédiatement et invariablement que les inclinaisons de tous les méridiens ont lieu, pour chaque mouvement, sous un même angle, dans le même sens pour tous ces méridiens, et dans la direction annoncée par Donders pour le primaire vertical. La contradiction observée entre les rotations des méridiens horizontal et vertical par MM. Helmholtz et Listing, et attribuée par eux aux torsions mêmes de l'œil, était uniquement due aux fausses indications apportées par les projections obliques. »

MÉDECINE. — *De la part qui revient au brome dans l'action thérapeutique des bromures.* Note de **M. E. Decaisne**, présentée par M. Balard.

« Dans la dernière séance de l'Académie, à propos d'une Communication relative à l'emploi du bromure de potassium en médecine, M. Balard exprimait le désir que les médecins ne se bornassent pas à l'usage exclusif du bromure de potassium, mais essayassent aussi d'autres bromures, le bromure de sodium, par exemple, afin de savoir la part exacte d'action qui revient aux différentes combinaisons du brome.

» Dans les recherches que je poursuis, depuis trois ans, sur le traitement des maladies nerveuses, j'ai expérimenté sur une assez large échelle le bromure de potassium, et j'ai voulu me rendre compte de la différence d'action de plusieurs bromures. Ces recherches feront le sujet d'un travail que j'aurai l'honneur de communiquer bientôt à l'Académie, et dans lequel j'étudierai les effets physiologiques des différents bromures sur les systèmes

musculaire et vasculaire, la respiration, le tube digestif, les sécrétions, le pharynx, etc., et leur action thérapeutique dans les affections nerveuses.

» Mais, pour répondre à la question posée par M. Balard, en ce qui regarde le bromure de sodium, je dirai que :

» Le bromure de sodium employé vingt-sept fois, aux mêmes doses et quelquefois à doses plus élevées que le bromure de potassium, m'a donné les mêmes résultats dans les attaques épileptiques, choréiques, hystériques, etc.;

» Le bromure de sodium a, sur le bromure de potassium, l'avantage d'être plus facilement éliminé, et son administration ne présente aucun danger. J'ai pu donner le bromure de sodium à un malade pendant un an sans produire cette saturation qu'on observe avec le bromure de potassium;

» L'action des deux bromures est différente sur l'intestin. J'ai souvent observé la soif et la constipation avec le bromure de sodium, et, au contraire, des coliques et de la diarrhée passagère avec le bromure de potassium.

» En somme, et pour me résumer, je pense, dès aujourd'hui, pouvoir dire que, dans les bromures, l'action thérapeutique appartient surtout au brome. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences sur le mode d'action du chloroforme sur l'irritabilité des étamines des Mahonia.* Note de **M. Jourdain**, présentée par M. Milne Edwards.

« Depuis longtemps on sait que les filets staminaux de cette plante, comme ceux des *Berberis*, sont douées d'irritabilité, c'est-à-dire se précipitent brusquement sur le pistil, quand un corps étranger est mis en contact avec la partie inférieure de la face interne de ce filet. J'ai voulu rechercher si cette irritabilité serait suspendue ou détruite par l'action d'un agent anesthésique. Dans ce but, j'ai introduit un rameau fleuri du *Mahonia*, sous une cloche en verre, d'un litre environ de capacité, dans laquelle je plaçais du coton imbibé de quelques gouttes de chloroforme. La plante a été soumise aux vapeurs du chloroforme, une, deux, trois, cinq, dix et quinze minutes. Ces expériences ont eu lieu à une température comprise entre 14 et 15 degrés.

» Au bout d'une minute, les étamines sont fortement renversées, comme dans un état tétanique; elles sont rebelles à toute excitation. La plante est exposée à l'air libre : après un intervalle de huit ou dix minutes, l'irritabilité reparaît, faible d'abord et incomplète, et se manifeste en premier lieu dans les

fleurs les moins épanouies. Au bout de vingt-cinq à trente minutes, les filets staminaux ont retrouvé toute la sensibilité qu'ils possédaient avant l'action de l'agent anesthésique. Si l'expérience est continuée pendant deux ou trois minutes, le résultat est le même; seulement l'irritabilité met plus de temps à reparaître. Si l'action du chloroforme se prolonge dix à quinze minutes, on voit la fleur prendre une teinte orangée, les étamines sont devenues insensibles à toute sollicitation, mais l'exposition à l'air libre ne ranime pas le rameau, qui le lendemain est devenu noirâtre et a été tué par les vapeurs du chloroforme. Les mêmes phénomènes se produisent, que le rameau mis en expérieuce soit pourvu ou non de feuilles.

» Il m'a paru d'autant plus intéressant de relater ces expériences à la suite de celles qui ont été entreprises sur les Sensitives, que le chloroforme, d'après les recherches de M. Cl. Bernard, paraît agir sur les animaux comme modificateur du système nerveux. »

ARCHÉOLOGIE. — *Découverte d'un atelier d'instruments préhistoriques en Palestine; par* M. l'abbé **Richard**.

« Cet atelier est à environ douze kilomètres de Jérusalem, près du village d'El-Bire (ancienne Beéroth), lieu où la tradition rapporte que la Vierge et saint Joseph s'aperçurent de l'absence de l'enfant Jésus.

» Il y a près de cette localité, ce qui est rare en Judée, plusieurs fontaines importantes. C'est au sud-ouest et à quelques centaines de mètres de ces fontaines que j'ai constaté un atelier d'instruments en silex. J'y ai choisi une cinquantaine de pièces :

» *Une pièce ronde*, grosse comme une pomme ordinaire et ressemblant à un petit boulet, qui paraît avoir beaucoup servi;

» *Une deuxième* pièce, à peu près du même volume, mais inachevée;

» *Une troisième*, moitié moins grosse que les précédentes et carrée;

» *Trois haches*, de 10 centimètres de longueur sur 4 de largeur, *non polies*, plus arrondies d'un côté que de l'autre;

» *D'autres haches* plus petites et de même forme;

» *Des grattoirs*;

« *Beaucoup de couteaux* (1);

(1) M. l'abbé Morétain, missionnaire en Terre-Sainte, il y a déjà quelques années, a découvert des couteaux en assez grand nombre, non sur l'emplacement d'un atelier, mais dans des grottes.

» *Des scies* très-remarquables.

» Généralement ces instruments sont moins bien travaillés que ceux que j'ai signalés au mont Sinaï.

» A mon retour en France, j'aurai l'honneur de montrer à l'Académie un choix de ces instruments.

MÉTÉOROLOGIE. — *Le bolide du 19 avril*. Note de **M. Chapelas**.

« A $11^h 2^m$, notre horizon a été brillamment illuminé par le passage d'un bolide extrêmement remarquable. Ce météore, prenant naissance près de σ d'Hercule, est venu s'éteindre auprès du groupe (δ, ε, ζ) de Céphée, décrivant ainsi du sud au nord une trajectoire de 48 degrés.

» D'une belle nuance verte, il était accompagné d'une large traînée phosphorescente à la fois compacte et détachée; bleuâtre à son extrémité antérieure, et d'un rouge vif dans sa partie avoisinant le noyau météorique.

» La disparition de ce bolide a été précédée de trois explosions successives, ne laissant percevoir aucun bruit, mais produisant des éclairs assez vifs pour permettre de distinguer les collines qui entourent Paris. Enfin son diamètre apparent, égal à 6 ou 7 fois celui de Jupiter, nous a permis de le classer aisément parmi les premières grandeurs des globes filants.

» Les coordonnées des points d'apparition et de disparition sont :

Pour l'apparition.

Ascension droite	247°
Déclinaison	+46

Pour le point de disparition.

Ascension droite	330°
Déclinaison	+57 »

GÉOGRAPHIE. — *Sur une voie nouvelle pour l'exploration du pôle nord par la mer de Kara et l'océan Sibérien; par* **M. Ch. Grad**.

« Trois projets ont été proposés successivement pour l'exploration du pôle nord : par la voie du détroit de Smith, par celle de la mer des Spitzbergen, entre le Groënland et la Nouvelle-Zemble, enfin par le détroit de Behring. Le premier de ces projets, émis par M. Osborn, devait être accompli en traîneaux par la voie de terre; les deux autres, ceux du Dr Augustus Petermann et de M. Gustave Lambert, s'appuient sur l'existence d'une mer polaire ouverte, libre de glace. Une seule des expéditions proposées se trouve en voie d'exécution : c'est celle qui s'est formée en Allemagne, l'an

dernier, à la suite d'une souscription nationale, et qui doit se trouver, en ce moment, dans les parages du Groënland oriental. Comme l'expédition française elle-même n'a pas encore pris la mer, et que son promoteur s'est prononcé en faveur d'un voyage par le détroit de Behring, je voudrais ici appeler l'attention sur une voie nouvelle, capable de conduire au même but dans un délai beaucoup plus court, par conséquent aussi avec une économie considérable. Cette voie est celle de la mer de Kara.

» La mer de Kara s'étend au nord de la Sibérie, entre 55 et 75 degrés de longitude est de Greenwich, depuis 70 jusqu'à 76 degrés de latitude nord. Composée d'un bassin en forme de croissant assez largement ouvert du côté de l'océan Sibérien, elle est entourée d'un côté par les îles Waïgatsch et de la Nouvelle-Zemble; de l'autre par la péninsule des Samoyèdes, et communique avec les mers du nord de l'Europe par le détroit de Waïgatsch. Cette mer est réputée la plus froide du monde. Non-seulement elle présente les glaces qui s'y forment naturellement, mais toutes celles que charrient l'Ienisseï et l'Obi; les plus grands fleuves de la Sibérie s'y accumulent sur la côte orientale du groupe de la Nouvelle-Zemble. Aussi M. de Baer a donné au bassin de la mer de Kara le surnom de *Glacière,* et, en se fondant sur son autorité, des géographes distingués affirment que la côte orientale de la Nouvelle-Zemble est « absolument inabordable » et la mer environnante « remplie » de glaces éternelles ». Par suite d'une réputation aussi sinistre, peu de marins ont osé s'approcher de la mer de Kara; l'opinion d'une mer inabordable, revêtue de glaces éternelles, s'est fortifiée de plus en plus, au contraire des faits réels, et la constitution physique de cette région est demeurée inconnue. Il en a souvent été ainsi en géographie. Tout le monde sait avec quelle persistance les géographes les plus éminents ont si longtemps placé une grande chaîne de montagnes, les monts de la Lune de Ptolémée, dans les contrées au sud du lac Tsad, dans l'Afrique centrale, tandis que Vogel, en faisant l'hysométrie de cette région en 1856, y trouva, au lieu de montagnes très-hautes, une plaine basse et marécageuse située à un niveau inférieur à la plus grande partie du Sahara. De même le fameux lac Torrens, que nous voyons encore sur bien des cartes d'Australie occuper un vaste bassin recourbé en fer à cheval, ne doit son existence qu'à un défaut de critique, car les observations exactes faites à l'occasion des récents voyages de Stuart, de Gairdner et d'autres explorateurs australiens n'indiquent, à la place de la grande nappe d'eau supposée, que quelques petits bassins éloignés les uns des autres et qui ne communiquent même pas entre eux. Le lac Torrens n'a pris place sur les cartes d'Australie et les montagnes

de la Lune, dans les plaines basses de l'Afrique centrale, que par suite d'une fausse interprétation et des observations inexactes : c'est sans fondement aussi que la mer de Kara est réputée inaccessible, tandis que nous y voyons la voie la plus proche pour l'exploration du pôle nord en navire.

» Il y trois siècles déjà, le Hollandais Barentz fit le tour de la mer de Kara et trouva la Nouvelle-Zemble revêtue d'herbes et de fleurs. En 1760, le navigateur russe Sawa Loschkin a dû faire le tour complet de la Nouvelle-Zemble en trois étés et deux hivers sans que nous ayons sur son voyage des détails plus précis. L'été dernier enfin la mer de Kara a été traversée à plusieurs reprises par des Russes, par des baleiniers anglais et norvégiens, notamment par le capitaine Johanesen, dont M. Petermann, le promoteur des expéditions allemandes au pôle nord, vient de nous communiquer un Rapport du plus vif intérêt. On sait que la mer de Kara a été traversée en 1869 par les baleiniers Paliser et Carlsen; mais le capitaine Johanesen, en s'occupant également de la chasse aux phoques et aux baleines, a recueilli des observations scientifiques remarquables et traversé, la même année, la mer de Kara de l'ouest à l'est, puis du sud au nord sans difficulté, sans voir une quantité notable de glace flottante.

» Je ne puis donner ici la traduction du Rapport de Johanesen, que M. Petermann se propose de publier dans son excellent recueil des *Geographische Mittheilungen*. Je me bornerai à dire que le hardi baleinier, après avoir atteint la Nouvelle-Zemble le 31 mai, remonta le long de la côte ouest jusqu'au cap Nassau par 76° 30′ de latitude nord. Il revint ensuite en arrière, traversa le 17 juillet l'étroit canal de Matotschkin, qui sépare la Nouvelle-Zemble en deux îles distinctes, recourbées en forme de croissant. La mer de Kara fut d'abord traversée du nord au sud, puis le tour complet en fut fait depuis le détroit de Kara jusqu'à 2 degrés au nord de l'embouchure de l'Obi. Il y avait de la glace en fragments aux environs du canal de Kara ou de Waïgatsch, mais la côte orientale de la Nouvelle-Zemble était libre. Cette côte est généralement basse, comme le littoral de la Sibérie dans la péninsule samoyède. Tout le pays des Samoyèdes était revêtu de verdure, ainsi que l'île Blanche, près de l'embouchure de l'Obi. Le 23 août, Johanesen trouva la côte de la Nouvelle-Zemble « couverte d'herbe et de » fleurs, » près du cap Lointain, au delà de 75 degrés de latitude septentrionale. On revint au détroit de Waïgatsch le 29 août pour retourner en Norvége après une navigation heureuse, sans difficulté aucune, sans avoir touché un seul morceau de glace dans cette terrible mer, jusqu'alors réputée couverte de glaces éternelles.

» Selon les marins russes, il n'y a point de glace en été le long de la presqu'île des Samoyèdes et elle n'y apparaît qu'avec les gelées d'automne. Les glaçons flottants observés par Johanesen étaient de faible dimension. En général, ces glaçons sont refoulés vers les côtes orientales de la Nouvelle-Zemble, et, au dire des Russes, ils y restent pendant tout l'été en certaines années. Cette circonstance résulte de la direction des courants. Le courant des fleuves à l'est de l'Obi et celui de l'Obi même se dirigent vers la pointe de la côte orientale de la Nouvelle-Zemble, en marchant par conséquent vers l'ouest et en s'écoulant, en partie, dans l'océan Glacial sur le nord. La branche qui va à l'ouest rencontre le courant de la baie de Kara, et par suite la glace tend à s'accumuler dans cette direction sur la côte orientale de la Nouvelle-Zemble. La mer de Kara elle-même est généralement basse, et présente souvent 5 ou 6 brasses de profondeur à 1 ou 2 milles des côtes, avec un fond de sable et de limon qui provient, en partie, des sédiments de l'Obi, surtout aux environs de l'île Blanche. Ailleurs, la profondeur atteint 60 brasses et plus. En admettant que le voyage de Johanesen se soit accompli dans des circonstances exceptionnellement favorables, il faut cependant reconnaître que, même dans les années les plus mauvaises, la mer de Kara doit présenter, au milieu des glaces, des passes navigables. C'est là du moins l'avis des Russes, et M. Petermann pense également que les côtes de Sibérie sont libres chaque année et que la navigation est possible sur toute l'étendue des côtes de l'Asie septentrionale.

» Dans une Communication, faite à l'Académie des Sciences le 16 juillet 1866, j'ai appelé l'attention sur le développement des glaces dans l'océan Polaire. Une étude attentive des explorations faites depuis quarante ans dans les mers glaciales m'a convaincu de l'existence d'eaux libres dans les parages du pôle nord. M. Nordenskiöld dit bien, à la fin de sa relation des expéditions suédoises aux îles Spitzbergen : « La représentation d'une mer » polaire ouverte est une hypothèse qui ne peut être soutenue, à laquelle » s'oppose l'expérience acquise par des sacrifices considérables, et la seule » voie à suivre pour atteindre le pôle, c'est d'aller au nord en traîneaux, » après un hivernage dans le groupe des Sept-Iles où sort le détroit de » Smith. » Mais à cette assertion s'opposent les faits acquis par les voyages de Parry, de Ross, de Kane, de Hayes, de Weddell, puis surtout les observations récentes des capitaines Long et Johanesen. L'espace dont je dispose ne me permet pas d'entrer dans de longs développements sur l'état des glaces et des courants de l'océan Arctique. Je me bornerai à rappeler que Parry, en voulant s'avancer au nord sur sa banquise hypothétique, fut ar-

rêté par les eaux libres, puis entraîné vers le sud par la glace en dérive. Weddell, de son côté, traversa trois fois en 1823 la barrière de glace de l'océan Austral, avec de simples navires à voiles, l'un de 160, l'autre de 65 tonneaux seulement, et trouva chaque fois, de l'autre côté de cette barrière, une mer ouverte, fourmillant d'oiseaux et de baleines. Dans le nord, l'expédition de Mac-Clintock en 1857, celle de Haven en 1850, qui furent cernés par les glaces dans la mer de Baffin, reconnurent que cette mer ne gèle pas en entier, malgré une température moyenne de — 25 à — 30 degrés centigrades pendant les trois mois d'hiver. Enfin, tous les bois flottés observés sur les côtes des îles Spitzbergen appartiennent sans exception, d'après les recherches de M. Agardh, au *Larix* de Sibérie, et comme la distance des îles Spitzbergen à la côte de Sibérie est de 1000 milles nautiques en ligne droite, ces bois ont dû venir en flottant à la surface des eaux, ce qui implique une mer libre, à certaines époques du moins.

» En tous cas, la mer de Kara peut être traversée chaque année, et la navigation est possible sur toute l'étendue des côtes d'Asie dans l'océan Glacial. Or on peut se rendre en bateau à vapeur de Vardö, en Norvége, à l'Obi par le détroit de Waïgatsch et la mer de Kara en quatre jours. La voie de la mer de Kara offre donc, pour l'exploration du pôle nord, sur celle du cap Horn et du détroit de Behring, un trajet beaucoup plus court, par conséquent moins coûteux. Tout le succès des expéditions dans les mers glaciales dépend de l'énergie et de l'habileté du commandant, non moins que de la bonne appropriation des navires; et, en terminant, nous ferons remarquer que ce ne sont pas les bâtiments les plus forts, mais les plus légers, susceptibles de se mouvoir facilement au milieu des glaces, qui donnent les meilleurs résultats, car les vaisseaux de Weddell, de Long et de Johanesen étaient de simples navires baleiniers de 30 à 125 tonnes. »

M. A. Roujou demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 14 mars dernier. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une « Note sur le type primitif des Mammifères », qui est conçue comme il suit :

« En étudiant la série des Mammifères au point de vue morphologique, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» Le type primitif des Mammifères, celui que je considère comme normal, était caractérisé par un radius et un cubitus, un tibia et un péroné libres, c'est-à-dire non soudés; par cinq doigts aux pieds et aux mains,

huit os au carpe, sept ou huit os au tarse, ou un nombre très-peu éloigné de ces chiffres; des membres antérieurs différant des postérieurs par leurs usages, des clavicules parfaites, des dents simples et assez nombreuses. »

« GÉOMÉTRIE. — **M. Chasles**, en rappelant à l'Académie une Communication de *M. Spottiswoode* qu'il a présentée le 21 mars dernier, concernant le nombre des coniques qu'on peut mener par un point d'une surface, ayant chacune un contact du cinquième ordre avec la surface, ajoute ce qui suit : L'éminent géomètre me demande de communiquer à l'Académie cet énoncé du théorème, en même temps plus précis et plus court : « Chaque point » d'une surface est sextactique en dix des sections faites par les plans d'un » faisceau dont l'axe passe par le point. »

» M. Spottiswoode entend par *sextactique* un point d'une courbe qui admet une conique osculatrice au cinquième ordre. C'est l'expression dont il s'est servi, ainsi que M. Cayley, dans plusieurs Mémoires fort importants (1). »

« **M. Chasles** présente, de la part de M. le prince Boncompagni, le numéro d'octobre du *Bullettino* de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathématiques, qui renferme la suite du travail de M. L.-A. Sédillot intitulé : *Les professeurs de Mathématiques et de Physique générale au Collége de France*. Au sujet de Jean de Merlières, nommé professeur de Mathématiques, en 1577, qui mourut en 1580, et dont le nom est resté à peu près ignoré, M. Boncompagni a fait de nombreuses recherches et est parvenu à citer quelques ouvrages de l'auteur, et diverses mentions qu'il en a trouvées, soit dans des ouvrages imprimés, soit dans les catalogues des grandes bibliothèques. On remarque aussi de pareilles Notes du savant éditeur du *Bullettino*, mais moins étendues, relatives à Jean Stadius et à Roberval. »

« **M. Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. Cremona, d'un Mémoire en italien, extrait des *Rendiconti* de l'Institut royal Lombard (série 2, t. III), sur les 27 droites d'une surface du troisième ordre; sujet qui depuis quelques années n'a pas cessé d'occuper les géomètres, et sur lequel M. C. Jordan notamment a adressé quelques Communications à l'Académie (*Comptes rendus*, 12 avril 1869, p. 865, et 14 février 1870, p. 326) que cite M. Cremona. »

---

(1) *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, t. CLV (année 1855) : *On the Sextactic Points of a Plane Curve*; by A. Cayley, p. 545; by W. Spottiswoode, p. 653.

« M. **Chasles** présente à l'Académie le second numéro du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques* de l'École des Hautes études.

» Ce numéro contient : Une étude développée sur l'ouvrage de M. Bertrand, véritable monument élevé au Calcul intégral ;

» Un article de M. Hoüel sur la Théorie des fonctions elliptiques, et en particulier sur l'ouvrage allemand de M. Durège;

» Un article de M. Radau sur diverses parties de l'Algèbre supérieure, à l'occasion du Traité de M. G. Salmon, traduit en français par M. Bazin, traduction à laquelle M. Hermite a bien voulu joindre quelques Notes extraites de ses Recherches sur l'équation du cinquième degré.

» La partie consacrée aux Mémoires contient une indication des principaux articles du volume de 1869 du *Journal de Mathématiques et de Physique* publié (en allemand) par MM, Schlömilch, Kahl et Cantor, et un résumé semblable pour le t. LXX des *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences.

» Le numéro se termine par une intéressante étude de M. Hoüel sur la vie du savant russe Lobatchefsky, dont les travaux sur la Géométrie ont, dans ces derniers temps, attiré l'attention des géomètres, et fait le sujet d'un exposé assez développé dans le *Bullettino* du prince Boncompagni. »

La séance est levée à 5 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Service municipal des travaux publics. Service des eaux d'égout, année 1869. *Compte rendu des travaux et des résultats. Rapports des ingénieurs; par* MM. Mille *et* Durand Claye. Paris, sans date; br. in-4° autographiée, avec atlas.

Note par M. J. Coffin. Arras, sans date; 1 page in-8°. (3 exemplaires.)

Vingt-trois brochures diverses, publiées en langue danoise par l'Université d'Helsingfors. 1868-1869; in-8° et in-4°.

On the... *Sur la connexion entre la constitution chimique et l'action physiologique,* 2e partie; *par* MM. A. Crum Brown *et* T.-R. Fraser. Édim-

bourg, 1869; in-4°. (Extrait des *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXV.)

Tabulæ quantitatum Besselianarum pro annis 1750 *ad* 1840, *computatæ edi curavit et præfatus est* Otto STRUVE. Petropoli, 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire physique central de Russie, publiées par M. H. WILD, année 1865. Saint-Pétersbourg, 1869; in-4° cartonné.

Repertorium... *Répertoire pour la météorologie, publié par l'Académie impériale des Sciences sous la direction de* M. H. WILD, t. Ier, 1re partie. Saint-Pétersbourg, 1869; in-4°.

Jahresbericht... *Rapport annuel présenté, le* 5 *juin* 1869, *au Comité de l'Observatoire Nicolaï*. Saint-Pétersbourg, 1869; in-8°.

Ueber... *Sur une méthode propre à déterminer l'orbite des comètes, etc.*; *par* M. H. GYLDEN. Saint-Pétersbourg, 1869; in-8°.

Lithologie... *Lithologie des mers de l'ancien monde; par* M. DELESSE, traduit par M. HAUCHECORNE, de Berlin. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Tirage à part du *Journal de la Société géologique allemande*, 1870.)

Cliniche... *Observations cliniques sur la thérapeutique psichiatrique; par* M. C. GIRONE. Aversa, 1870; br. grand in-8°.

La... *La météorographie du globe étudiée à diverses altitudes de la terre; Mémoire de* M. Fr. ZANTEDESCHI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 *juillet* 1844, *publiée par les ordres de* M. *le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics*, t. LXIX, Paris, 1870; in-4° avec planches.

Les Lophobranches; par M. A. DUMÉRIL, Membre de l'Institut. Cherbourg, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg*, t. XV.)

Mémoires de la Société impériale d'Agriculture, de Sciences et d'Arts séant à Douai, 2e série, t. IX, 1866-1867. Douai, 1868; in-8°.

Une fabrique de faux autographes, ou récit de l'affaire Vrain-Lucas; *par*

MM. H. BORDIER et E. MABILLE, *accompagné de quatorze* fac-simile *des principaux documents mis en cause dans le procès*. Paris, 1870; in-4°.

Recherches sur les crustacés d'eau douce de Belgique; par M. F. PLATEAU, IIe et IIIe parties. Bruxelles, 1870; in-4° avec planches. (Extrait du t. XXXV des *Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers*.)

Matériaux pour la faune Belge. Crustacés isopodes terrestres; par M. F. PLATEAU. Bruxelles, 1870; in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*.)

D'une seconde nouvelle méthode pour déterminer la parallaxe du Soleil. Florence, 1870; br. grand in-8°.

Compte rendu de la Société de bienfaisance pour l'enseignement des bègues indigents; par M. TERME, député du Rhône. Paris, 1869; br. in-8°.

La France divisée par provinces ecclésiastiques, 1870. *Carte des archevêchés et évêchés suffragants; par* M. C. TALLON. Paris, 1870; in-8°. (2 exemplaires.)

Archivio... *Archives concernant la zoologie, l'anatomie et la physiologie, publiées par les soins des professeurs* S. RICHIARDI *et* G. CANESTRINI, 2e série, t. II, 1er fascicule, mars 1870. Turin et Florence, 1870; in-8°.

Geografia... *Géographie médicale de l'Égypte; par* M. E. ROSSI-BEY. Livourne, 1870; in-8°.

Portolevante et cause de son ensablement; Lettre du comm. A. CIALDI. Rome, 1870; in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

Experimentaluntersuchungen... *Recherches expérimentales sur la formation des bulles dans des tubes cylindriques en forme de cercle; par* M. F. MELDE. Leipzig, 1870; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 avril 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Société impériale d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon : Comptes rendus des séances, 4e série, t. II, n° 5. Lyon et Paris, 1869; br. in-8°.

Études sur les terrains agricoles de la Sologne; par M. F. MASURE. Orléans, 1870; avec cartes, gravures sur bois et tableaux. (Présenté par M. Boussingault.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par M. G. DAR-

BOUX, avec la collaboration de MM. HOÜEL et LOEWY, sous la direction de la Commission des Hautes Études, t. I, février 1870. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

L'ordre des Primates, parallèle anatomique de l'homme et des singes; par M. P. BROCA. Paris, 1870; in-8°. (Présenté par M. Robin.)

Bourbonne et ses eaux minérales; par M. Aug. CAUSARD. Paris, 1870; in-12 avec carte.

Manuel de Conchyliologie, ou Histoire naturelle des Mollusques vivants et fossiles; par M. S.-P. WOODWARD, *augmenté d'un Appendice par* M. RALPH TATE, *traduit de l'anglais sur la deuxième édition par* M. A. HUMBERT. Paris, 1870; 1 vol. in-12 relié, avec planches et figures.

Engrais et amendements laissés par les fermiers sortant de bail. Rapport par M. BONNIER. Lille, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Archives agricoles de l'arrondissement de Lille.*) (3 exemplaires.)

Remarques sur l'équation $x^m - 1 = 0$; *par* M. E. CATALAN. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Phylloxera vastatrix, *hémiptère-homoptère de la famille des Aphidiens, cause prétendue de la maladie actuelle de la vigne; par* M. V. SIGNORET. Paris, 1870; in-8°. (Extrait des *Annales de la Société entomologique de France*, 1869.)

De la destruction des vers blancs par la jachère, 2ᵉ étude; par M. E. HECQUET D'ORVAL. Paris, 1870; br. in-8°.

Physique du globe. Recherches sur le magnétisme terrestre; par M. D. DIAMILLA-MULLER. Turin et Florence, 1870; in-4°.

De la détermination du poids d'un décimètre cube d'eau distillée à 4°; par M. H. WILD. Saint-Pétersbourg, 1870; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. VIII.)

Sulle... *Sur les vingt-sept réseaux d'une surface de troisième ordre; par* M. le prof. L. CREMONA. Milan, 1870; br. in-8°.

Risultate... *Résultats des observations sur l'électricité atmosphérique faites à l'Observatoire de Modène; Mémoire* de M. le prof. D. RAGONA. Modène, 1870; in-8°.

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. II, octobre 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Ueber... *Sur les spectres de certains gaz dans les tubes de Geissler; par* M. A. WULLNER. Berlin, 1868; br. in-8°.

Ueber.... *Sur les spectres de certains gaz soumis à une haute pression; par* M. A. WULLNER. Bonn, 1868; br. in-8°.

Ueber... *Sur les spectres des éléments de l'eau portée au rouge; par* M. A. WULLNER. Sans lieu ni date; br. in-4°.

(Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. Faye.)

ERRATUM.

(Séance du 18 avril 1870.)

Page 848, ligne 12, *au lieu de* 1,3335, *lisez* 1,3332.